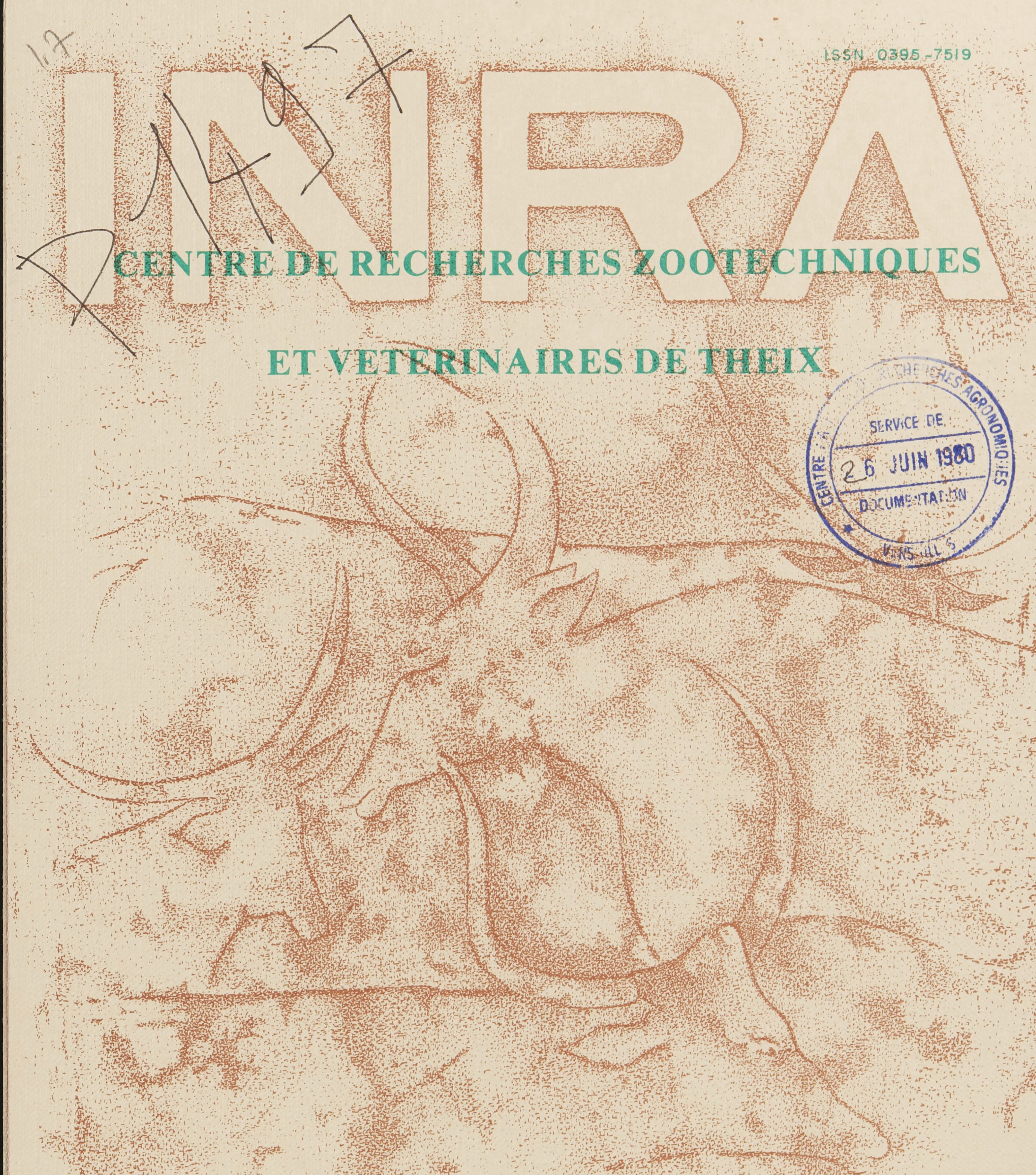
ISSN 0395-7519

INRA

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

CENTRE DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
SERVICE DE
26 JUIN 1980
DOCUMENTATION
VERSAILLES



BULLETIN TECHNIQUE N° 40

(TRIMESTRIEL)

JUIN 1980

BTT-41

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE N°40

C.R.Z.V. de Theix
63 110 - BEAUMONT
Tél. (73) 92-42-63

Editions S.E.I.
C.N.R.A. - VERSAILLES

JUIN 1980

SOMMAIRE

Page

Yseult HOUSSIN, A. BRELURUT. Mortalité avant sevrage d'agneaux de différents génotypes dans un troupeau en conduite intensive **5**

J.J. COLLEAU, Y. GEAY, C. MALTERRE, A. MULLER, avec la collaboration de M. DUPONT, A. DABURON, J.J. CHAMBEYRON. Effets d'une restriction alimentaire sur les performances d'engraissement et la composition des carcasses de taurillons holstein **13**

P. SALE. Que peut-on attendre des méthodes instrumentales d'évaluation de la tendreté de la viande ? **19**

J.P. DULPHY, J.P. ANDRIEU et C. DEMARQUILLY. Etude de la valeur azotée d'ensilages d'herbe additionnés ou non d'acide formique pour les vaches laitières **27**

G. LIENARD, G. PIERSON, P. DE TORCY, P. GABEN, avec la collaboration de M.-C. VERNET. En Limousin, production de broutard ou production de veau de boucherie ? Analyse de l'évolution d'un groupe d'élevages producteurs de broutard en Corrèze(1971/72 - 1976/77) **35**

C. BERANGER, A. MULLER, R. JAILLER, avec la collaboration de G. PECATTE, Y. GALLARD et G. CUYLLE. Influence d'un apport de monensin sur la croissance et l'engraissement de jeunes taureaux ou de jeunes boeufs au pâturage, puis à l'auge **51**

R. TOULLEC et P. THIVEND. La digestion chez le veau préruminant..... **61**

P. THIVEND et R. TOULLEC. Les aliments d'allaitement utilisés par le veau de boucherie **67**

Sommaire des publications des chercheurs du centre parues dans les annales de l'I.N.R.A. (2ème semestre 1979) **71**

VIENT DE PARAITRE

ORIENTATION DE L'ELEVAGE BOVIN FRANCAIS ET SON INTEGRATION A L'ECONOMIE AGRO-ALIMENTAIRE*

Le développement d'une puissante industrie laitière depuis les années 60 a eu des conséquences décisives sur le secteur de la production : spécialisation, intensification, concentration et développement régional inégal. Le producteur de lait est devenu une nouvelle figure de l'agriculture moderne.

Peut-il se produire dans le secteur viande le même bouleversement que celui qui a affecté le secteur laitier ? Les changements concernant les circuits de la viande sont certes importants, mais restent encore largement soumis à l'intervention de l'Etat depuis la production (accès aux prêts bonifiés, ONIBEV) en passant par les abattoirs (concentration, privatisation) jusqu'au stade de détail (réglementation des prix). Les changements qui peuvent être induits par la crise économique méritent aussi une attention et particulièrement :

- la consommation des divers types de viande qui est sensible aux évolutions de revenus,
- les ajustements de la politique agricole commune.

La viande issue de la production laitière commence à entrer, à son tour, dans une phase d'industrialisation. Le problème délicat concerne la production de viande à partir des troupeaux allaitants et l'avenir des régions productrices.

Ce document collectif rassemble les textes présentés au cours d'une journée d'études de la Commission bovine de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) par des économistes à leurs collègues zootechniciens, vétérinaires et technologues ; il intéresse également les producteurs, techniciens, responsables administratifs et professionnels qui s'interrogent sur l'avenir de l'élevage et des éleveurs.

* Numéro spécial du BULLETIN TECHNIQUE DU C.R.Z.V. de THEIX
A Commander au : - Service des Publications, Route de Saint-Cyr -
78000 VERSAILLES

104 pages - 21 × 30
Prix : 30,00 F T.T.C.

A l'occasion du CONGRES INTERNATIONAL D'IMMUNOLOGIE

(Paris, 21-25 Juillet 1980)

SYMPOSIUM INTERNATIONAL

IMMUNOLOGIE CLINIQUE VETERINAIRE

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE D'ALFORT

MERCREDI 23 JUILLET 1980

Organisé par l'Association Mondiale des Vétérinaires Microbiologistes, Immunologistes et Spécialistes des Maladies Infectieuses.

Avec le concours de l'Institut National de la Recherche Agronomique

Renseignements et inscriptions auprès de :

CONGRES SERVICES - A.M.V.M.I.

1, rue Jules Lefebvre

75009 PARIS

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1980 (40) 5-12

MORTALITE AVANT SEVRAGE D'AGNEAUX DE DIFFERENTS GENOTYPES DANS UN TROUPEAU EN CONDUITE INTENSIVE

Yseult HOUSSIN, A. BRELURUT

Laboratoire de la production ovine

La mortalité avant sevrage est une composante importante de la productivité numérique des troupeaux ovins. Cependant les résultats publiés jusqu'alors concernent essentiellement des troupeaux en conduite extensive dont les taux de mortalité varient dans de larges limites selon les génotypes et les modes d'élevage. En revanche il existe peu de données concernant les troupeaux conduits en rythme accéléré d'agnelage (BOSC et CORNU, 1976) ou les troupeaux de femelles issues de croisement prolifique (RICORDEAU et al, 1977, THERIEZ et al, 1976). Nous présentons ici les taux de mortalité ainsi que leurs variations selon différents facteurs observés dans le troupeau du CRZV de Theix soumis au rythme de 3 agnelages en 2 ans et composé de brebis Limousine, Romanov × Limousine et Ile de France.

CONDUITE DU TROUPEAU ET PRESENTATION DES DONNEES

Une publication récente (MARZIN et BRELURUT, 1979) a décrit le mode de conduite du troupeau tant du point de vue de la reproduction que de l'alimentation.

Quelle que soit la saison, l'agnelage a lieu en bergerie, sous une surveillance continue pendant le pic d'agnelage (5 à 10 jours) et celui correspondant aux retours (5 jours). Sinon celle-ci a lieu en permanence de jour (7 h à 19h30) et comporte 1 à 3 passages durant la nuit. Après la parturition, la mère et ses jeunes sont isolés par case pendant 24 à 48 heures avant de rejoindre le troupeau des brebis allaitantes. Outre la mise en place des relations mère-jeune, cet isolement permet de contrôler facilement et systématiquement l'aptitude laitière de la mère, de supplémenter au biberon quelques agneaux et de décider du passage en allaitement artificiel de certains d'entre eux.

Les résultats présentés ci-dessous concernent l'ensemble des agneaux nés de juin 1974 à mars 1979 ; soit 2107 agneaux Limousins, 1952 agneaux Romanov × Limousin, 2989 agneaux Ile de France × (Romanov × Limousin) et 913 agneaux Ile de France. Dans les tableaux et figures ces génotypes seront notés respectivement L, RL, IRL, et IDF.

L'enregistrement des données a permis de distinguer 4 types d'agneaux morts :

- les avortons, c'est à dire tous les agneaux ayant présenté un arrêt de développement et morts *in utero*: agneau momifié, de poids très réduit ;
- les agneaux difformes, tel qu'un agneau sans tête...
- les agneaux morts à la parturition, mais qui présentent tous les caractères d'un agneau viable ;
- les agneaux morts *après* la parturition, jusqu'au sevrage.

Les deux premiers groupes d'agneaux n'ont pas été pris en compte dans les effectifs ci-dessus ainsi que dans la suite de l'étude. L'enregistrement nous a donc permis de définir 3 taux de mortalité :

- *le taux de mortalité natale :* rapport entre le nombre d'agneaux morts à la parturition et le *nombre total d'agneaux nés ;*
- *le taux de mortalité postanale :* rapport entre le nombre d'agneaux morts après la parturition jusqu'au sevrage et *le nombre d'agneaux nés vivants ;*
- *le taux de mortalité totale :* rapport entre le nombre total d'agneaux morts et *le nombre total d'agneaux nés.*

L'influence du poids de naissance sur les taux de mortalité est connue (voir PRUD'HON, 1971).

Aussi les effets des différents facteurs sur la mortalité ont été étudiés globalement puis indépendamment de leur influence possible sur le poids de naissance en analysant leur effet à l'intérieur de groupes de poids de naissance déterminés au préalable.

RESULTATS

I - Détermination des groupes de poids de naissance

Les taux de mortalité ont été déterminés séparément pour les 4 génotypes dans 10 classes de poids choisies a priori :

Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
poids (kg)	< 1,5	1,5 à 2,0	2,0 à 2,5	2,5 à 3,0	3,0 à 3,5	3,5 à 4,0	4,0 à 4,5	4,5 à 5,0	5,0 à 5,5	>5,5

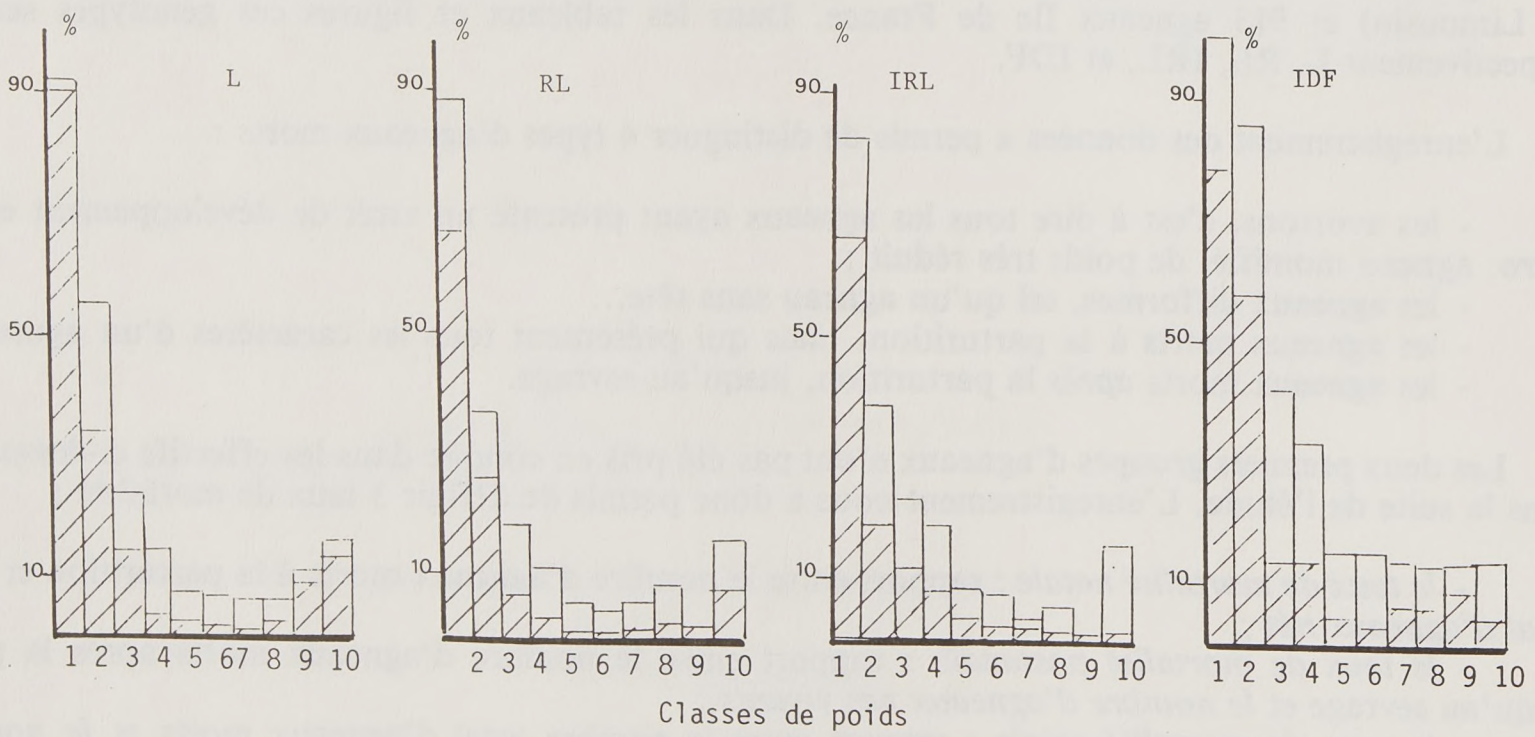
Les résultats obtenus (figure 1) confirment ceux publiés auparavant par THERIEZ et al (1976). On peut distinguer 3 groupes :

- un premier groupe d'agneaux de poids inférieur à 2,5 kg. Les mortalités natale et postnatale sont élevées : elles varient de 20,0 à 38,4 p.100 et de 16,0 à 44,5 selon les génotypes. Ces taux sont liés d'une part aux difficultés de mise-bas associées aux portées triples ou quadruples, d'autre part à un retard de maturité de ces agneaux.
- un second groupe d'agneaux de poids compris entre 2,5 et 4,5 à 5 kg - selon le génotype - où les taux de mortalité sont minimum. Celle-ci, essentiellement postnatale, est d'origine pathologique.
- le troisième groupe correspond aux agneaux de poids élevé, supérieur à 4,5 ou 5 kg. Si ce n'est pour les agneaux Ile de France, on observe une tendance à une augmentation des taux de mortalité, essentiellement natale pour les Limousins, mais postnatale pour les agneaux Ile de France × (Romanov × Limousin). Cette augmentation de la mortalité peut s'expliquer en partie par l'augmentation des difficultés de mise-bas.

En fonction de ces résultats et du nombre restreint des agneaux des classes extrêmes nous avons donc choisi pour la suite de l'étude les 3 groupes :

I : agneaux de poids inférieur à 2,5 kg
II : agneaux de poids compris entre 2,5 et 4,5 kg
III : agneaux de poids supérieur à 4,5 kg.

FIGURE 1 : TAUX DE MORTALITE TOTALE (□) ET NATALE (▨)
DANS LES 10 CLASSES DE POIDS



II - Influence du génotype (tableau 1)

Les taux de mortalité totale sont significativement plus élevés (P<1‰) dans le génotype Ile de France comparé aux autres génotypes. Les agneaux Romanov × Limousin présentent le taux de mortalité le plus bas moins de 10 %. Les génotypes Limousin et Ile de France Romanov × Limousin présentent des taux voisins malgré une prolificité des mères plus élevée pour les agneaux du second génotype : respectivement 1,63 et 2,25 agneaux nés par femelle mettant bas (MARZIN et BRELURUT, 1980). A l'intérieur de chaque groupe de poids (figures 2) les taux de mortalité totale du génotype Ile de France, comparés à ceux des 3 autres génotypes sont significativement plus élevés (P< 1‰ quels que soient les groupes I à III). Les différences de mortalité portent sur la mortalité natale mais surtout sur la mortalité postnatale.

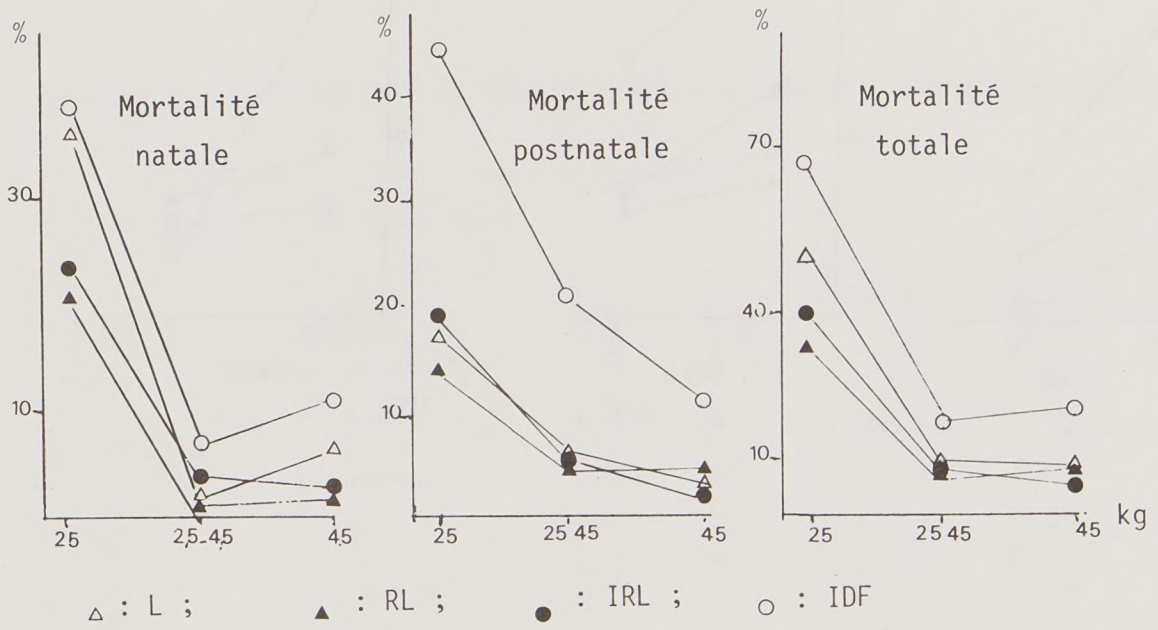
Les taux de mortalité totale des 3 autres génotypes ne diffèrent pas significativement entre eux pour les groupes II et III. Mais, dans le groupe I les agneaux croisés Romanov (RL ou IRL) présentent des taux de mortalité totale et de nature essentiellement natale significativement inférieurs (P< 1%) à celui des agneaux de race pure Limousine.

Tableau 1 : TAUX DE MORTALITE ENREGISTRES DANS LES 4 GENOTYPES (p. 100)

	Pourcentage de mortalité		
	natale	postnatale	totale
L : Limousin	6,41 Aa	6,50 Aab	12,91 A
RL : Romanov x Limousin	3,84 Bb	5,91 Aa	9,53 B
IRL : Ile de France x RL	7,23 Aac	7,46 Ab	14,64 A
IDF : Ile de France	8,76 Aa	12,48 Bc	10,15 C

Dans les colonnes les taux de mortalité ne présentant pas de lettres communes sont significativement différents, au taux de 1 °/₀₀ (majuscules) et 5 °/₀ (minuscules)

Figure 2 : TAUX DE MORTALITE DES DIFFERENTS GENOTYPES.
Résultats par groupes de poids.



III - Influence du sexe (tableau 2)

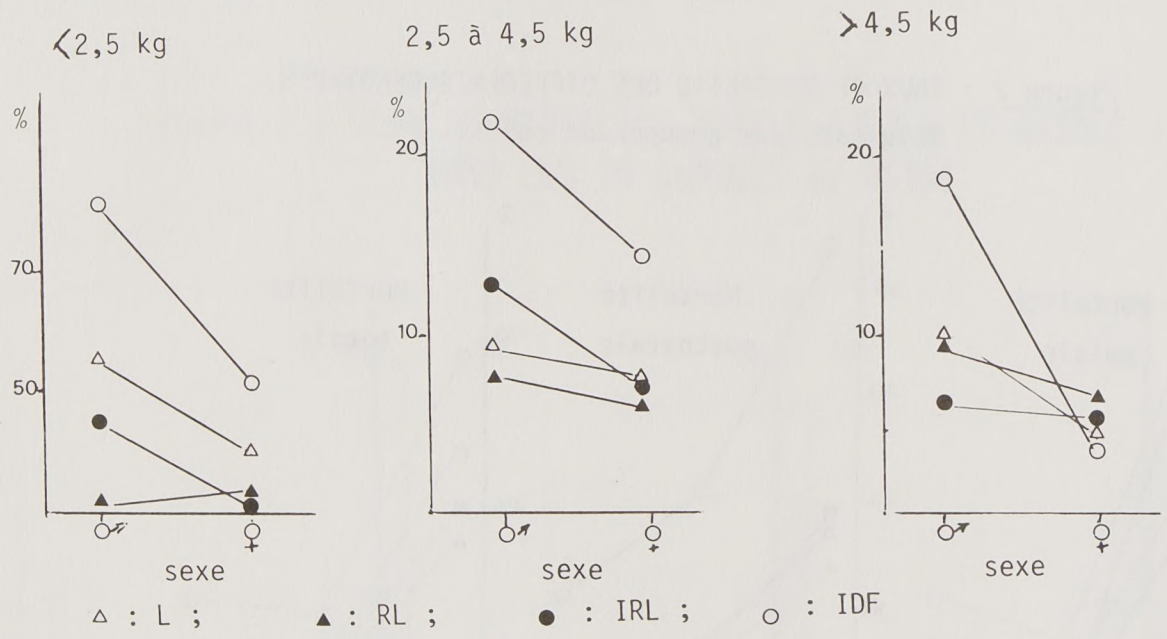
Les mâles présentent des taux de mortalité natale et postnatale plus élevés, résultat observé par de nombreux auteurs (voir PRUD'HON, 1971). Cependant cet effet du sexe apparaît très variable d'un génotype à un autre : il est très peu marqué dans le génotype Romanov × Limousin où les écarts de mortalité totale selon le sexe ne dépassent pas 0,6 point. Dans le génotype Ile de France ou Ile de France × (Romanov × Limousin) ces écarts entre mâles et femelles atteignent respectivement 9,6 et 4,5 points. Etant donné le poids moyen plus élevé des mâles, les comparaisons par groupe de poids accentuent les effets du sexe (figure 3). Dans la race Ile de France les différences entre sexes sont essentiellement marquées dans le 3e groupe de poids (plus de 300 agneaux) où les taux de mortalité totale sont de 18,5 % pour les mâles contre 3,0 % pour les femelles. Les écarts portent sur la mortalité natale et la mortalité postnatale. Il serait intéressant de déterminer si cette mortalité natale élevée est due à une augmentation des mises-bas difficiles comme l'observent GUNN et ROBINSON (1963) ou à une maturité inférieure des agneaux à la naissance.

Tableau 2 : INFLUENCE DU SEXE SUR LES TAUX DE MORTALITE (p.100)

Mortalité	Sexe	L	RL	IRL	IDF
natale	mâles	7,59	4,07	8,31	11,78
	femelles	5,26*	3,63	6,14*	5,61**
postnatale	mâles	7,28	5,98	8,88	14,81
	femelles	6,64	5,86	6,12*	10,21*
totale	mâles	14,31	9,80	16,43	24,84
	femelles	12,40	9,27	11,88***	15,25***

*, **, *** : les taux de mortalité observés entre mâles et femelles sont significativement différents à 5 °/₀, 5 °/₀₀ et 1 °/₀₀

Figure 3 : INFLUENCE DU SEXE SUR LES TAUX DE MORTALITE TOTALE - Résultats par groupes de poids.



IV - Influence de la taille de la portée

L'augmentation de la taille de la portée se traduit par une diminution du poids moyen des agneaux : quel que soit le génotype, en moyenne, les agneaux nés doubles, triples ou quadruples, pesant respectivement 80-68 et 50 % du poids des agneaux nés simples. Les agneaux nés simples et doubles présentent des taux de mortalité comparables (tableau 3). Le taux de perte s'accroit brutalement avec l'apparition des portées triples pour les agneaux de race pure (L ou IDF), mais seulement avec l'apparition des portées quadruples dans le cas des agneaux croisés Romanov (RL ou IRL).

Etant donné les répartitions des agneaux, les comparaisons à même poids n'ont pu être faites à l'intérieur des 3 groupes de poids préalablement définis. Celles-ci ont été effectuées pour les agneaux de poids compris entre 2,5 et 3,5 kg et 3,5 et 4,5 kg (figure 4) :

- pour des poids de 3,5 à 4,5 kg on n'observe pas d'effet général de la taille de la portée que ce soit sur la mortalité natale ou postnatale.
- pour des poids compris entre 2,5 et 3,5 kg les taux de mortalité sont similaires pour les agneaux nés simples ou doubles, mais les taux de mortalité totale sont supérieurs pour des tailles de portée de 3 à 4 agneaux. Cette augmentation de la mortalité est autant d'origine natale que postnatale. Elle traduit la moins grande résistance des agneaux de poids réduit (comparés aux agneaux de poids de 3,5 à 4,5 kg) aux naissances difficiles et longues, et aux compétitions entre agneaux pour les tétées.

V - Influence de l'âge de la mère

Ce facteur n'a pu être étudié pour les agneaux de race pure Ile de France. Récemment MARZIN et BRELURUT (1979) ont décrit l'évolution avec l'âge de la mère de la mortalité des agneaux issus des femelles Limousine ou Romanov × Limousine ; les taux de mortalité élevés pour les agneaux issus de femelles de moins de 2 ans, essentiellement primipares, sont minimaux vers 3-4 ans puis augmentent avec l'âge, sans augmentation parallèle de la prolificité. Cet effet de l'âge de la mère est plus marqué pour les agneaux Limousins que pour les agneaux Romanov × Limousin ; dans ce génotype la mortalité est surtout augmentée pour les femelles de 6 ans (figure 5). Les variations avec l'âge de la mortalité natale des agneaux Limousins et Romanov × Limousin, tous issus de femelles Limousines sont liées en partie aux variations du pourcentage d'agneaux de poids inférieurs à 2,5 kg (figure 5). La mortalité postnatale augmente plus régulièrement avec l'âge de la mère.

Etudiées par groupe de poids (figure 6) les variations de mortalité avec l'âge persistent quel que soit le génotype et quel que soit le groupe. Elles indiquent une diminution des qualités maternelles observée par d'autres auteurs (PRUD'HON, 1971).

VI - Influence de la saison

Les résultats présentés dans le tableau 4 ne permettent pas de dégager de tendance générale sur une influence éventuelle de la saison. Si ce n'est pour les agneaux de type IRL, la forte prolificité de l'agnelage de printemps ne s'accompagne pas d'une augmentation de la mortalité.

Tableau 4 : INFLUENCE DE LA SAISON D'AGNELAGE SUR LES TAUX DE MORTALITE
(p. 100)

Mortalité	au mois de	L	RL	IRL	IDF
natale	mars	6,52	4,83	8,95	8,03
	juin	4,53	4,26	5,89	9,43
	novembre	7,87	2,22	5,81	9,34
postnatale	mars	6,72	5,19	9,85	11,72
	juin	8,18	6,79	4,88	15,27
	novembre	5,70	6,27	4,36	11,38
totale	mars	13,19	9,77	18,80	18,81
	juin	12,34	10,76	10,77	23,27
	novembre	13,12	8,33	10,17	19,65

Tableau 3 : INFLUENCE DE LA TAILLE DE LA PORTEE SUR LES TAUX DE MORTALITE

Mortalité	taille de la portée	L	RL	IRL	IDF
natale	1	4,70	2,43	4,63	9,30
	2	4,77	3,20	4,53	6,33
	3	16,98	7,38	7,00	15,38
	4	38,46*	18,19*	17,02	29,41*
postnatale	1	4,86	4,81	3,40	8,97
	2	7,12	5,56	4,16	13,11
	3	14,20	9,07	9,91	13,13
	4	12,50*	7,40*	14,04	50,50*
totale	1	9,39	7,12	7,87	17,44
	2	11,55	8,57	8,50	18,62
	3	28,77	15,77	16,22	26,49
	4	46,15*	24,24*	28,67	64,71*

* Nombre d'agneaux restreint

Figure 4 : INFLUENCE DE LA TAILLE DE LA PORTEE SUR LES TAUX DE MORTALITE
(p.100)

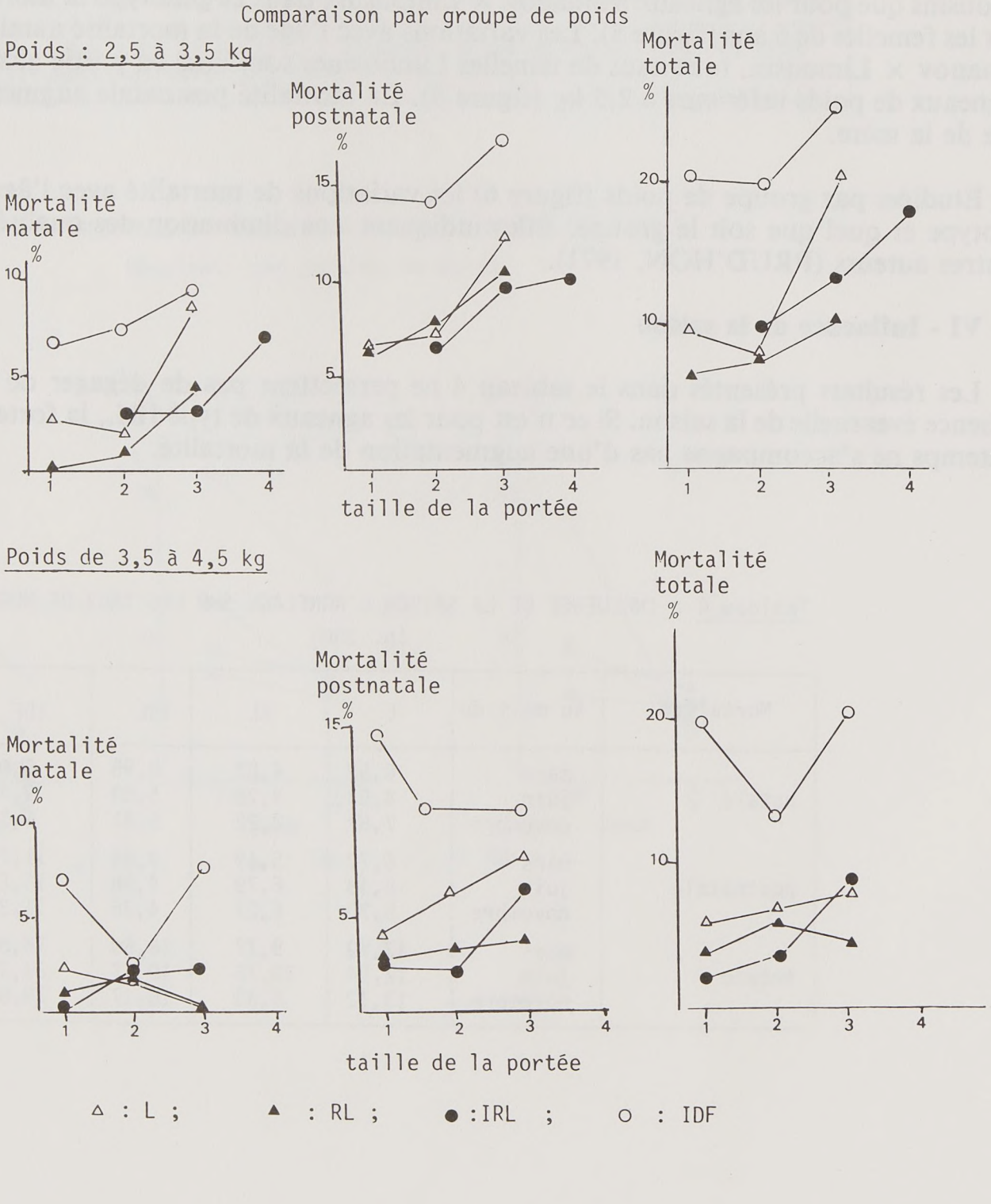


FIGURE 5 : INFLUENCE DE L'AGE DE LA MERE SUR LES TAUX DE MORTALITE (P.100)

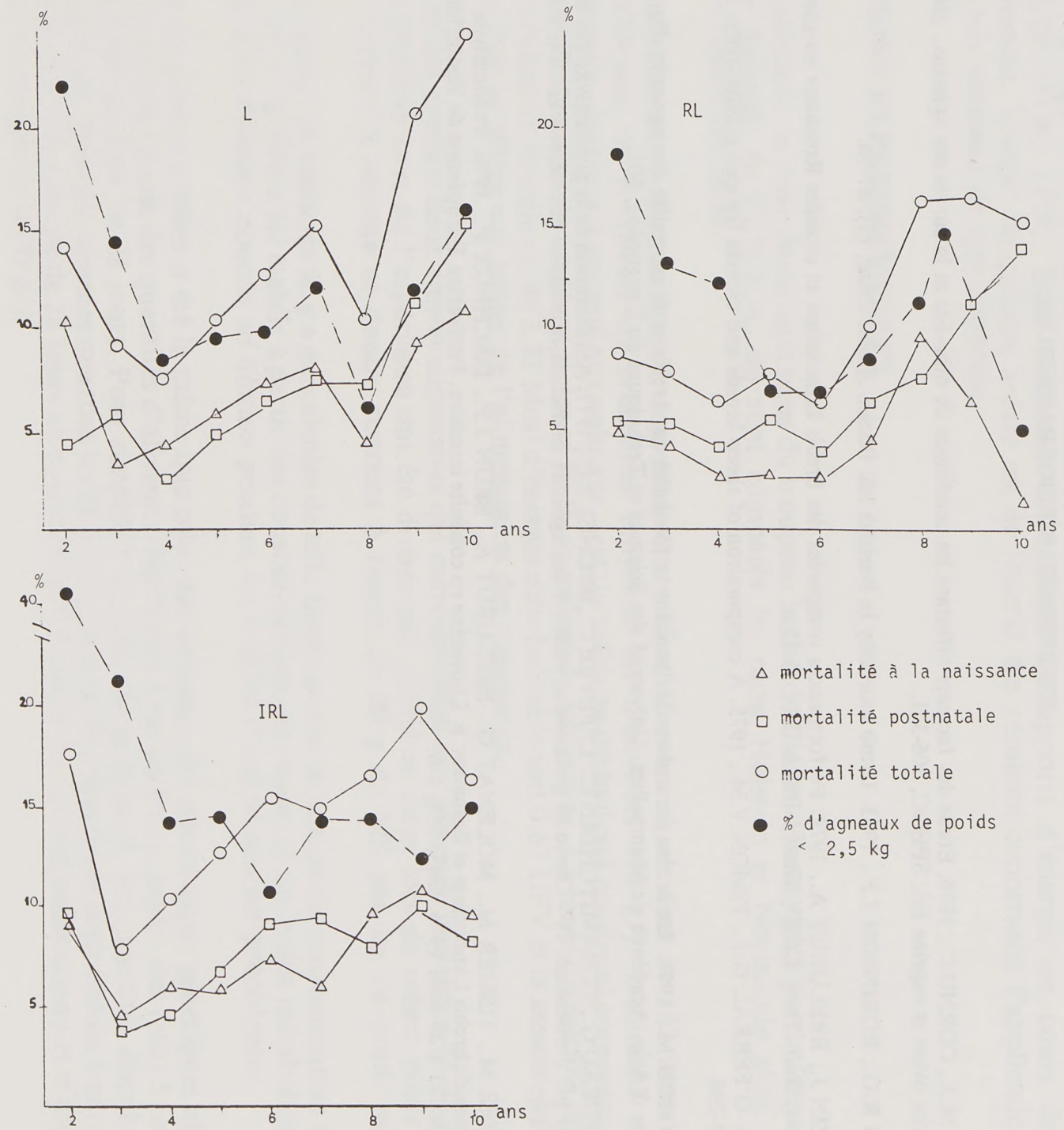
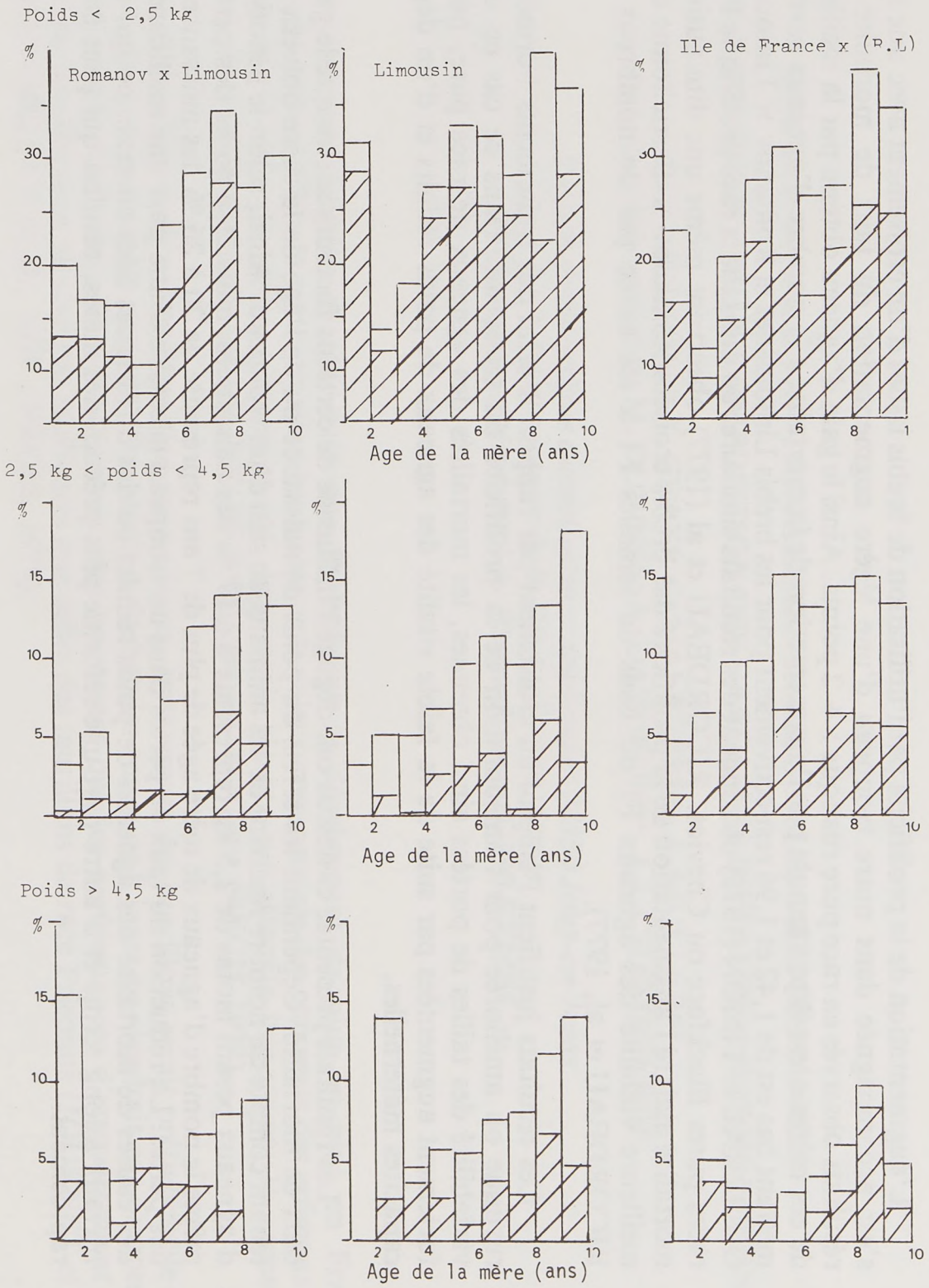


FIGURE 6 : INFLUENCE DE L'AGE DE LA MERE SUR LES TAUX DE MORTALITE TOTALE (⊓) ET POSTNATALE (▨). COMPARAISON PAR GROUPE DE POIDS (P.100)



CONCLUSION

L'augmentation de la prolificité par l'utilisation de brebis issues d'un croisement avec une race prolifique s'est accompagnée dans notre troupeau d'une légère augmentation du taux de mortalité comparé aux résultats observés en race pure rustique : + 2 points. Ainsi le gain d'agneau obtenu par la meilleure prolificité de ces mères n'est-il pas annulé par l'augmentation de la mortalité : le nombre d'agneaux sevrés par femelle mettant bas est de 1,42 et 1,96 respectivement pour les brebis Limousines et Romanov × Limousines. MORE, O'FERRAL et TIMON (1975) obtiennent des résultats similaires en utilisant la race prolifique Finnoise sur les races pures Blackface ou Cheviot. RICORDEAU et al (1977) observent même une diminution du taux de mortalité malgré l'augmentation de la prolificité des brebis croisées Romanov × Berrichonne du Cher. Cette meilleure viabilité des agneaux F1 ou issus de femelles F1 a été notée par de nombreux auteurs (voir RICORDEAU et al, 1977).

Ces résultats justifient l'emploi du croisement par rapport à celui des traitements hormonaux sur race rustique ou améliorée pour l'amélioration de la prolificité du troupeau. Dans ce cas en effet, outre la variabilité des tailles de portées ainsi obtenues, les mortalités des agneaux de race pure, nés triples, sont fortement augmentées par suite de la faible vitalité des agneaux de poids réduits et d'un dépassement des capacités maternelles.

Les résultats présentés ci-dessus ont dégagé l'influence de certains facteurs autres que le génotype sur les taux de mortalité. Cependant les effets du poids de naissance ou de l'âge de la mère doivent s'apprécier en tenant compte du nombre restreint de ces animaux au sein d'un troupeau. Ainsi, selon le génotype, le nombre d'agneaux pesant moins de 2,5 kg représente 8 à 17 % des naissances, mais 26 à 46 % des pertes totales. De même le nombre d'agneaux de mère agée de plus de 7 ans représente de 20 à 26 % des naissances et 29 à 37 % des pertes. La réduction du taux de pertes dans un troupeau nécessite d'une part une meilleure connaissance des causes de mortalité des agneaux de poids réduits ou des différences liées au sexe, ce qui représente des travaux à long terme et d'autre part une réforme plus précoce des mères, résultat qui peut être obtenu très rapidement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOSC M.J., CORNU C., 1976. Etude des facteurs affectant les conditions de mise-bas et la survie des agneaux. 2èmes Journées de la recherche ovine et caprine Ed. SPEOC, 306-321.

GUNN R.G., ROBINSON J.F., 1963. Lamb mortality in Scottish hill flocks. *Anim. Prod.* (5), 67-76.

MARZIN J., BRELURUT A., 1979. Performances comparées des brebis Limousines et croisées Romanov en conduite relativement intensive. *Bull. Tech. CRZV Theix* - INRA (37), 15-23.

MORE O'FERRAL G.J., TIMON V.M., 1975. A comparaison of sheep breeds and crosses for ewe productivity. *Ir. J. Agric. Res.* (14), 285-296

PRUD'HON M., 1977. Etude des paramètres influençant la fécondité des brebis et la mortalité des agneaux d'un troupeau de race Mérinos d'Arle. Académie de Montpellier, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 105.

RICORDEAU G., TCHAMITCHIAN L., LEFEVRE C., BRUNEL J.C., 1977. Amélioration de la productivité des brebis Berrichonnes du Cher par croisement. IV - Durée de gestation et viabilité des agneaux Berrichon, Romanov et croisés F1, F2 et F3. *Ann. Génét. Sél. Anim.* (9), 219-239.

THERIEZ M., TISSIER M., MOLENAT G., BRELURUT A., BRUN J.P., DACHEUX P., 1976. Productivité comparée de deux troupeaux de brebis Limousines et Romanov × Limousine en conduite intensive. Fédération Européenne de Zootechnie, 27ème Réunion annuelle, 23 à 26 août 1976, G43, S51, 1-6.

Buul. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1980 (40) 13-17

EFFETS D'UNE RESTRICTION ALIMENTAIRE SUR LES PERFORMANCES D'ENGRAISSEMENT ET LA COMPOSITION DES CARCASSES DE TAURILLONS HOLSTEIN

J.J. COLLEAU, Y. GEAY*, C. MALTERRE*, A. MULLER**
avec la collaboration de M. DUPONT, A. DABURON**, J.J. CHAMBEYRON

Station de Génétique quantitative et appliquée - 78350 Jouy-en-Josas
** Laboratoire de la Production de viande*
*** Domaine expérimental du Pin-au-Haras - 61310 EXMES*

Le croisement Holstein en race Frisonne Européenne se développant de plus en plus en France (COLLEAU 1978a, 1980), la conformation bouchère et la valeur commerciale des carcasses des animaux qui en sont issus risquent de baisser régulièrement. Des essais récents sur effectifs importants le montrent clairement, tant sur veaux de boucherie (REGIS,1978) que sur taurillons (REGIS 1979).

Cette diminution de la valeur bouchère des animaux, notamment des taurillons serait préjudiciable aux engraisseurs dans la mesure où une moindre valeur à l'achat des veaux de 8 jours ne viendrait pas compenser la moindre valeur à la vente. Ceci est d'autant plus important que les performances d'engraissement des taurillons de race Holstein ne sont pas meilleures que celles des taurillons de race Frisonne (JOURNET et al., 1973 ; BRUN-BELLUT et al., 1979 ; REGIS, 1979).

Des méthodes d'alimentation permettant de limiter la formation rapide des dépôts adipeux et le gaspillage d'énergie chez les taurillons Frisons, ont fait l'objet de divers essais (GEAY et ROBELIN, 1979 ; TRIBOULOT-ITCF, 1979). Elles consistent à diminuer les apports d'énergie au cours de la phase d'engraissement. L'objet du présent article est de fournir des résultats concernant l'application de telles méthodes aux animaux de type Holstein.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

Les taurillons de cette étude sont issus du troupeau laitier du Pin-au-Haras, géré par le Département de Génétique Animale de l'I.N.R.A. où sont comparés les races Holstein et Normande ainsi que divers croisements entre ces races.

Les taurillons sont habituellement engraissés entre 10 et 16 mois (durée fixe de 182 jours) après une période d'élevage où la vitesse de croissance moyenne est d'environ 970 g/j. L'aliment utilisé pour l'engraissement - distribué à volonté aux animaux - est un mélange déshydraté condensé comprenant 70 % de luzerne à 16 % de matières azotées totales et 30 % de pulpes de betteraves. La teneur moyenne de la matière sèche de la ration en énergie est de 2,21 Mcal d'énergie métabolisable soit 0,67 UFV et la teneur en MAT est de 14,2 %, si l'on se réfère aux tables de l'alimentation des ruminants.

Cependant pendant deux années successives qui correspondent aux séries de naissance 73-74 et 74-75, les taurillons Holstein purs de l'expérience ont été divisés par moitié en deux lots de même poids initial : le premier alimenté à volonté et l'autre restreint à raison de 90 g de MS par kg de poids métabolique.

Cette valeur constante de 90 g a été calculée de telle façon que la réduction de consommation espérée soit de l'ordre de 15 %. Elle a été établie à partir des consommations moyennes et des poids métaboliques moyens de 32 taurillons Holstein nourris *ad libitum* pendant les 4 séries d'engraissement précédentes.

Le rythme des contrôles a été le même que celui des animaux des autres types génétiques alimentés *ad libitum* c'est à dire : pesée des quantités d'aliments distribuées tous les jours, pesée des refus 5 jours sur 7 et pesée des animaux tous les 28 jours. Pour simplifier la tâche du personnel, les quantités distribuées au lot Holstein restreint n'ont été ajustées que tous les 28 jours. La quantité distribuée était établie à partir du poids moyen estimé pour la période de 28 jours en cours, calculé à partir du dernier poids connu et d'une vitesse de croissance escomptée de 1300 g/j.

RESULTATS

a) Gain de poids vif et efficacité alimentaire (tableau 1)

La consommation de matière sèche du lot restreint a été de 93 g par kg de poids métabolique ce qui correspond à une restriction de 13 % et n'est pas très éloigné du niveau de restriction attendu (15 %). Toutefois, le poids final du lot ''restreint'' a été pratiquement identique à celui du lot alimenté à volonté durant le même nombre de jours d'engraissement. C'est là le résultat principal de cette expérimentation : la restriction a très peu affecté le gain de poids vif (- 22 g/j). De ce fait l'efficacité alimentaire a été significativement améliorée (+ 12 % si elle est exprimée en kg de gain/kg de MS ou + 13 % si elle est exprimée en kg gain/UFV).

Pour un poids final identique, le lot restreint a consommé 264 kg d'aliment en moins soit 177 UFV ce qui correspond, ici, à une économie de l'ordre de 140 à 180 F durant la phase d'engraissement selon le prix de l'UFV d'aliment concentré ou déshydraté.

TABLEAU 1 : POIDS, GAIN DE POIDS ET QUANTITES INGEREES PAR DES TAURILLONS DE TYPE HOLSTEIN ENGRAISSES ENTRE 10 ET 16 MOIS (182 JOURS)

VARIABLES \ LOTS	ad libitum (n = 14)	restreint (n = 12)	écart-type intra lot
Age initial (j)	307	300*	8
Poids initial (kg)	329	332	33
Poids final (kg)	542	541	34
Gain moyen journalier (g/j)	1168	1146	133
Matière sèche ingérée (kg/j)	10,34	9,02***	0,77
UFV (/jour)	6,93	6,04	-
PDIE (g/j)	1075	938	-
PDIN (g/j)	993	866	-
Efficacité alimentaire			
Gain/kg MS (g)	113	127	-
Gain/UFV (g)	168	190	-
Apports recommandés - I.N.R.A. 1978			
UFV/jour	8,00	7,89	
PDI (g/j)	650	646	

* Différence significative au seuil de 5 p.100
*** Différence significative au seuil de 1 p.1000

b) Poids et composition du corps vide (tableau 2)

Les animaux restreints bien qu'abattus au même poids vif que leurs homologues à volonté ont eu un contenu digestif plus important (17 %). Ce phénomène déjà observé à plusieurs reprises (GEAY 1978) a plusieurs origines : consommation plus élevée de paille de la litière et d'eau, ralentissement du transit digestif.

Bien que la différence ne soit pas significative, il apparaît que la restriction a fait diminuer le poids de carcasse (- 7 kg) et a légèrement accru le rendement vrai (poids de carcasse/poids vif vide).

La composition de la carcasse évaluée à partir de l'équation de prédiction de ROBELIN et GEAY (1975) a varié significativement entre lots : la proportion de muscle s'est accrue (+ 2,5 %) et la proportion de dépôts adipeux a diminué d'autant dans le lot restreint. Par suite le poids de muscle produit par ce lot est du même ordre que celui produit par le lot *ad libitum*, voire légèrement supérieur (+ 2,8 kg NS) en dépit d'un poids de carcasse plus faible. La conformation des carcasses jugée par des mensurations à différents niveaux n'a toutefois pas été modifiée.

La restriction a entraîné une réduction des dépôts adipeux du 5ème quartier et de la carcasse de 4,3 et 8,4 kg respectivement soit au total une réduction de 15,7 % des dépôts adipeux totaux. L'effet a été moins important que celui constaté (- 20 %) sur des taurillons frisons (GEAY, 1977) mais ces derniers recevaient un régime plus énergétique comportant 80 % d'aliment concentré et seulement 20 % de foin de graminées.

Ainsi la limitation des quantités ingérées a entraîné une diminution du poids de carcasse de 7 kg et donc du prix de vente de l'ordre de 100 à 105 F dans la mesure où la réduction de 2 points de l'état d'engraissement ne se traduit pas par un prix plus élevé du kg de carcasse et où la production d'un poids de muscle identique reste indécelable. On peut toutefois penser que cette moins value représente une valeur maximum. En effet, la concentration énergétique de la ration est assez faible (0,67 UFV/kg de MS) comparativement à celle de la plupart des régimes d'engraissement (valeur UFV voisine ou supérieure à 0,8 kg de MS). Distribués à volonté, ils conduisent à une formation de dépôts adipeux plus importante que celle du lot témoin. Dans ce cas, le ''dégraissage'' de la carcasse sous l'effet de la restriction peut améliorer le prix unitaire. Le gain économique net - qui est ici de 40 à 80 F - dépendra donc de la concentration énergétique de la ration, du niveau de restriction et du poids de carcasse souhaité.

TABLEAU 2 : RESULTATS D'ABATTAGE

VARIABLES \ LOTS	ad libitum	restreint	écart type intra lot	différence en %
Poids vif vide (kg) PVV	466	453	30	
Poids de carcasse froide (kg) PCF	288	281	22	
Rendement vrai (100 PCF/PVV)	61,7	62,0	1,3	
Poids de dépôts adipeux				
- Totaux				
. Kg	80,9	68,2*	11,9	15,7
. % PVV	17,4	15,1		
- 5ème quartier				
. Kg	24,2	19,9*	4,2	17,8
. % des dépôts adipeux totaux	29,9	29,2		
- Carcasse				
. Kg	56,7	48,3*	10,0	14,8
. % des dépôts adipeux totaux	70,1	70,8		
Composition de la carcasse froide				
- Muscle				
. Kg	182,5	185,3	16,5	
. % PCF	62,7	65,2*	2,9	
- Dépôts adipeux				
. Kg	56,7	48,3*	10,0	
. % PCF	19,5	16,9*	2,9	
- Os				
. Kg	48,8	47,4	3,2	
. % PCF	17,8	17,9	0,7	
Mensurations de la carcasse				
Longueur (cm)	132,5	133,0	4,0	
Epaisseur cuisse (cm)	24,5	24,6	1,0	
Epaisseur faux-filet (cm)	6,0	6,0	0,5	

* Différence significative au seuil de 5 p.100

c) Efficacité d'utilisation de l'énergie et composition corporelle

Il est nécessaire de préciser tout d'abord que la réduction des quantités ingérées n'a eu de conséquences sur l'efficacité alimentaire des taurillons que par le biais de l'énergie ingérée. Le niveau des apports de PDI étant resté en effet très supérieur aux besoins des animaux.

Par rapport aux quantités d'UFV recommandées pour ce type d'animal (GEAY et al., 1978), les taurillons Holstein alimentés à volonté ont consommé 1,07 UF en moins - la valeur énergétique de la ration (0,67 UFV) ayant été calculée à partir de la teneur en énergie métabolisable précisée dans les tables de l'alimentation des ruminants, en tenant compte de l'effet d'associativité entre fourrage et concentré. Une telle différence (1,07 UF) peut être due à une sous-estimation dans les tables de la valeur énergétique de la luzerne déshydratée et peut-être de la pulpe ainsi qu'à une légère surestimation des apports recommandés pour ce type d'animal. En effet, les apports recommandés (8 UF/j) conduisent à une concentration énergétique de la ration de 0,77 UFV c'est-à-dire à une valeur de la luzerne de 0,68 UFV contre 0,55 dans les tables. Cette sous-estimation avait été déjà signalée par BERANGER et MARCHADIER (1970), qui proposaient 0,62 UFV. Par ailleurs, BOUCQUE et al., 1978 ont proposé une valeur énergétique de la pulpe correspondant à 90 % de celle de l'orge soit 1,04 UFV contre 0,97 dans les tables.

Nous avons estimé les poids de lipides et de protéines en fin d'engraissement à l'aide des équations de prédiction développées par ROBELIN et GEAY, 1978 (tableau 3). Le poids de protéines apparaît inaffecté par la restriction comme l'a été le poids de muscle tandis que la quantité de lipides a diminué de 15 %. Le gain de poids vif vide a été légèrement plus faible mais tout se passe comme si le gain de masse maigre de l'animal (gain de poids vif vide - gain de lipides) n'ait pas été affecté, la réduction n'ayant porté que sur le gain de lipides.

Sur la base de l'énergie nette ingérée, le dépôt de 1 g de lipides étant environ 7 fois plus coûteux que celui de 1 g de masse maigre (ROBELIN et DAENICKE, 1980), on comprend que l'efficacité alimentaire des animaux restreints (kg de gain/UFV ingérées) ait été améliorée. A ceci s'ajoute le fait que pour un même poids vif vide les animaux restreints ayant un gain de masse corporelle un peu plus faible ont dû avoir des dépenses d'entretien légèrement moins importantes.

TABLEAU 3 : ESTIMATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DU CORPS VIDE

VARIABLES \ LOTS	ad libitum	restreint	écart type intra lot	différence en %
Poids vif vide	466	453	30	2,8
Poids de lipides corporels				
. kg	86,5	73,7*	12,5	14,8
. % PVV	18,5	16,2*	2,2	
Poids de protéines corporelles				
. kg	84,4	84,3	5,9	
. % PVV	18,1	18,6*	0,5	

* Différence significative au seuil de 5 p.100

CONCLUSION

Ces résultats bien qu'établis sur de petits effectifs confirment parfaitement des résultats obtenus précédemment sur des taurillons de races précoces.

Une restriction des quantités d'énergie ingérée chez ce type d'animal ne modifie pas le gain de poids vif. Elle réduit légèrement le gain de masse corporelle et le gain de carcasse, réduit fortement le gain de dépôts adipeux sans modifier celui de muscles.

L'efficacité alimentaire exprimée en kg de gain de poids vif par kg d'aliment est nettement améliorée mais cette amélioration devient plus faible si on l'exprime en kg de gain de carcasse par kg d'aliment. Cependant, le gain économique net dépendra de la concentration énergétique de la ration et sera d'autant plus élevé que cette concentration sera plus grande c'est-à-dire plus favorable à l'engraissement des animaux.

Une restriction alimentaire a donc des effets économiques favorables sur la production de taurillons Holstein, qu'il faudrait sans doute repréciser sur des effectifs plus importants et sur des régimes différents. Cependant, il apparaît clairement que ce type de méthode ne résoud pas réellement le problème posé par l'emploi de tels animaux et que les conditions du marché, tant à l'achat à 8 jours qu'à la vente après engraissement, sont déterminantes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BERANGER C., MARCHADIER J., 1980. Production de viande par les jeunes bovins à partir de fourrages déshydratés. In *Journée Jeunes bovins* - Etude SEI n°46, 207-236.

BOUCQUE CH. V., COTTYN B.G., BUYSSE F.X., 1978. Dried beet pulp as energy source for intensive bull fattening. *Livest. Prod. Sci.,* **5**, 171-180.

BRUN-BELLUT J., VIGNON B., JOURNE H.E., 1979. Engraissement de taurillons FFPN et croisés Holstein FFPN. Influence du rationnement énergétique sur les caractéristiques des carcasses et de la viande. *Bull. de l'ENSA, Nancy* **XXI**, (I,II) 125-135.

COLLEAU J.J., 1978a. ''Holsteinisation'' de la population pie-noire française (prévision de la fréquence des gènes Holstein dans les 20 années à venir) *Bull. tech. CRZV Theix,* INRA (34), 45-50.

COLLEAU J.J., 1978b. Analyse et décomposition de la variabilité intergénotypique de la consommation alimentaire pour des jeunes bovins. *Ann. Génét. Sél. anim.,* **10**, 29-45.

COLLEAUJ.J., BOULANGER P., DUPONT M., MALAFOSSE A., DE ROCHAMBEAU F., 1980. Aperçu sur la variabilité génétique de quelques races bovines françaises. *Bull. Tech. Ing. Serv. Agric.* n° spécial sur la gestion du patrimoine génétique.

GEAY Y., 1978. Dressing percentage in relation to weight and breed in ''Patterns of growth and development in cattle''. Proc. Seminar at trent Eur 6007 EN, 35-46.

GEAY Y., ROBELIN J., BERANGER C., MICOL D., GUEGUEN L., MALTERRE C., 1978. Bovins en croissance et à l'engrais. in *Alimentation des ruminants* INRA Publications 78 000 Versailles, 297-343.

GEAY Y., ROBELIN J., 1979. Variation of meat production capacity in cattle due to genotype and level of feeding : genotype-nutrition interaction. *Livest. Prod. Sc.* **6**, 263-276.

JOURNET M., HODEN A., GEAY Y., LIENARD G., 1973. Comparaison entre animaux Pie Noir de type Holstein Canadien et de type Frison français. *Bull. Tech. CRZV Theix,* **12**, 13-26.

REGIS R., 1978. Comparaison de l'aptitude à la production de veaux de boucherie de différents types génétiques Pie-Noirs. Gie-Pays de Loire - ITEB.

REGIS R., 1979. Comparaison de l'aptitude à la production de taurillons de différents types génétiques Pie-Noirs. Gie-Pays de Loire - ITEB.

ROBELIN J., GEAY Y., 1975. Estimation de la composition des carcasses de jeunes bovins à partir de la composition d'un morceau monocostal prélevé au niveau de la 11ème cote. I - Composition anatomique de la carcasse. *Ann. Zootec.,* **24**, 311-402.

ROBELIN J., GEAY Y., 1978. Estimation de la composition chimique du corps entier des bovins à partir du poids des dépôts adipeux totaux. *Ann. Zootech.,* **27**, (2), 159-167.

ROBELIN J., DAENICKE R., 1980. Variation of net requirements for cattle growth with liveweight, liveweight gain, breed and sex. in Energy and protein feeding standards for beef cattle. *Ann. Zoot.* (in press).

TRIBOULOT H. - I.T.C.F., 1979. Des taurillons frisons lourds. *Perspectives Agricoles* (29), 34-40.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1980 (40) 19-26

QUE PEUT-ON ATTENDRE DES METHODES INSTRUMENTALES D'EVALUATION DE LA TENDRETE DE LA VIANDE ?

P. SALE

Station de Recherches sur la Viande

L'évaluation, par des méthodes instrumentales, des caractéristiques d'un aliment qui sont normalement évaluées par nos sens, pose sur le fond le problème délicat des relations entre un stimulus, de nature physique ou chimique bien définie, et la réponse sensorielle, dépendant de facteurs physiologiques et psychologiques. S'il n'est pas possible de concevoir une relation totalement satisfaisante entre ces deux informations de nature fondamentalement différente, il a cependant été possible, dans un certain nombre de cas (par exemple l'évaluation de la couleur ou du niveau sonore), de mettre au point des méthodes d'évaluation instrumentale donnant satisfaction. Mais dans ces cas, le stimulus est parfaitement défini (onde lumineuse ou acoustique) et il est perçu par un organe spécialisé (oeil, oreille).

En ce qui concerne de nombreux aspects de la qualité des aliments, notamment ceux qui constituent la texture, ils sont perçus au niveau de la cavité buccale pendant la mastication, opération qui a pour but de désorganiser la structure de l'aliment jusqu'à un niveau de consistance permettant une déglutition aisée. Pendant toute la durée de la mastication, les mécano-récepteurs, principalement les muscles, et les récepteurs tactiles de la cavité buccale contribuent à l'élaboration de sensations liées au comportement rhéologique et à la structure de l'aliment. Dans le cas de la viande, ces sensations conduisent à la notion de tendreté, lorsque la désorganisation se fait facilement, à celle de dureté dans le cas contraire.

Bien que la tendreté constitue pour toutes les viandes un élément très important de leur qualité, elle présente un caractère critique dans le cas des viandes de bovin pour lesquelles le prix dépend à peu près exclusivement de leur aptitude à donner une viande tendre après cuisson rapide. De ce fait, le facteur tendreté devient un paramètre que l'on doit obligatoirement prendre en considération dans la plupart des études, qu'elles soient à caractère zootechnique ou technologique. Ceci pose, de façon souvent aigüe, le problème de l'évaluation de cette tendreté.

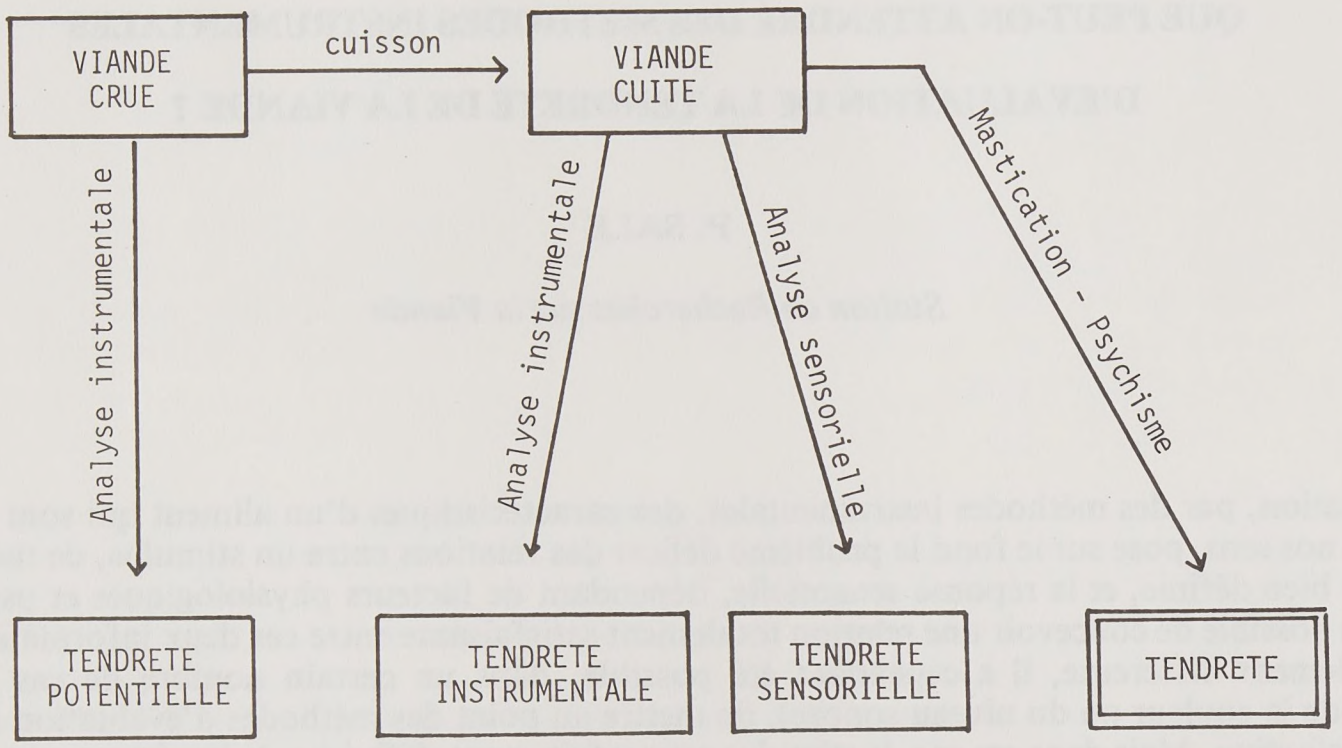
La méthode directe d'évaluation de la tendreté, par la voie de l'analyse sensorielle, ne permet généralement pas d'effectuer un nombre important de déterminations simultanées et se prête mal à des comparaisons établies sur de longues périodes. Aussi, depuis longtemps puisque les premiers travaux remontent à LEHMAN (1907), a-t-on recherché des méthodes indirectes, instrumentales, d'évaluation de la tendreté. Malgré le grand nombre de travaux consacrés à ces recherches, nous de disposons pas encore d'une méthode vraiment satisfaisante d'évaluation de la tendreté. Il existe évidemment de nombreuses raisons à cette situation, mais avant de les évoquer nous allons préciser les différents sens qui peuvent dans divers cas être attribués au mot tendreté.

I - LES DIFFERENTS ASPECTS DE LA TENDRETE

Le sens de ''tendreté'', dans le cas des viandes, est celui qui a été défini précédemment. Dans la plupart des cas il se rapporte à une viande cuite. Dans son sens premier, la tendreté résulte donc de la confrontation des propriétés intrinsèques de la viande cuite avec les organes de la mastication et, de ce fait, comporte un caractère subjectif qui la rend inaccessible à toute mesure. C'est cependant à cette notion que l'on se réfère lorsque l'on utilise le mot tendreté sans autre précision (Fig. 1).

Lorsque la viande est mastiquée par des juges entrainés qui concentrent leur attention sur les sensations qu'ils perçoivent et qui opèrent en définitive comme des appareils de mesure perfectionnés, on peut atteindre des comparaisons de la tendreté à peu près complètement objectives et directes.

FIGURE 1



Cette méthode permet également, bien que cela soit plus difficile, de décomposer la notion globale de tendreté en des éléments de nature variée qui sont en général regroupés de façon implicite. Ainsi RHODES et al. (1973) ont pu montrer que pour des rôtis cuits jusqu'à atteindre 74°C à coeur (dans la pratique courante française, cette température est d'environ 55°C), deux paramètres suffisaient pour expliquer 95 % de la tendreté : la jutosité et la dureté mécanique. Une telle décomposition présente un intérêt considérable pour la compréhension des mécanismes de perception de la tendreté et pour l'élaboration de méthodes instrumentales. La tendreté ainsi évaluée ne coïncide pas exactement avec la tendreté proprement dite, mais elle en représente cependant la meilleure estimation et la seule valeur de référence pour les méthodes instrumentales.

L'évaluation instrumentale de la tendreté consiste à soumettre la viande à un test physique ou chimique permettant d'obtenir une réponse quantifiée, par exemple une teneur en hydroxyproline ou une force de cisaillement. Dans la mesure où le paramètre mesuré est lié, de façon directe ou indirecte, à un des stimuli agissant au cours de la mastication, il constitue alors un facteur de la tendreté. Il convient cependant de distinguer deux cas qui, bien que relevant souvent d'une même méthodologie, conduisent à des résultats de nature très différente.

Lorsque la méthode instrumentale est appliquée à une viande cuite, il est possible de procéder à une évaluation sensorielle de la tendreté sur la même viande que celle qui sera consommée donc d'établir des relations entre les paramètres instrumentaux et les facteurs sensoriels de la tendreté. La qualité de l'accord entre les deux modes d'évaluation dépend essentiellement de l'aptitude du dispositif expérimental à atteindre les stimuli principaux de la tendreté sensorielle. Le principal défaut de la méthode provient de ce qu'en général la réponse du dispositif expérimental dépend étroitement du traitement thermique subi par la viande. Comme ce traitement doit être adapté à chaque type de muscle, la méthode ne permet, en définitive, que la comparaison de muscles de types voisins, relevant du même mode de cuisson. De plus, la nécessité de procéder à cette cuisson, qui doit être rigoureusement normalisée, introduit de notables complications, tant au plan expérimental que pour l'interprétation des résultats.

L'application d'une méthode instrumentale à une viande crue permet par contre de caractériser le comportement mécanique de cette viande et peut être appliquée de façon identique à tous les muscles de la carcasse et à tous les stades d'un traitement technologique. Dans la mesure où l'on peut ainsi évaluer les caractéristiques qui permettent de prévoir la tendreté d'une viande après cuisson, l'ensemble de ces caractéristiques définissent une ''tendreté potentielle'' indépendante d'un traitement thermique particulier.

En général on ne dispose pas des informations permettant de prévoir avec précision les conséquences de la cuisson, sauf dans les cas de cuisson rapide où les notions de tendreté et de tendreté potentielle peuvent être confondues.

Mais, d'une façon générale, il n'en sera pas ainsi et il conviendra de bien faire la distinction entre la tendreté proprement dite, son évaluation sensorielle, son évaluation instrumentale et l'évaluation instrumentale de la tendreté potentielle.

II - LES PROBLEMES DE L'EVALUATION INSTRUMENTALE DE LA TENDRETE

Dans ce qui suit nous discuterons uniquement des problèmes posés par l'évaluation instrumentale du facteur ''mécanique'' de la tendreté, le facteur ''jutosité'' relevant à l'évidence de méthodes d'études différentes même si certains paramètres, comme la structure, jouent un rôle important dans les deux cas.

L'élaboration d'une méthode instrumentale d'évaluation d'une qualité sensorielle est grandement facilitée lorsque l'on connaît le stimulus du sens concerné. Pour ceux qui nous intéressent ici, sens kinesthésique et tactile, nos connaissances sur leurs stimuli sont très limitées, probablement parce que, à peu près dépourvus de récepteurs spécialisés, ils sont en fait sensibles à des informations de nature très variée.

En l'absence de données précises sur la nature des stimuli de la tendreté des viandes il est utile de préciser la nature des problèmes rencontrés pour identifier ces stimuli et d'évoquer un problème analogue, bien que plus simple : celui de l'évaluation sensorielle, par voie orale, de la viscosité d'un liquide.

La plupart des liquides alimentaires ne sont pas newtoniens, ce qui signifie qu'au cours de leur déformation le rapport de la contrainte de cisaillement, σ à la vitesse de cisaillement, ε, n'est pas une constante et le comportement rhéologique de ces liquides est défini par une courbe d'écoulement : $\sigma = f(\varepsilon)$. Lorsque les courbes d'écoulement de deux liquides se coupent, la comparaison de leur viscosité apparente, $\frac{\sigma}{\varepsilon}$ dépend de la valeur de ε, alors que l'évaluation sensorielle de cette viscosité conduit à un classement définitif de ces liquides. A partir de ces observations, SHANA et SHERMAN (1973) ont montré que le stimulus associé à l'évaluation orale d'une faible viscosité (1 à 10 P) est la vitesse de déformation, alors que celui associé aux viscosités élevées (10^3 à 10^4 P) est la contrainte de déformation.

Ce résultat indique d'abord que deux stimuli sont associés à la même notion sensorielle et précise dans quelles conditions on doit comparer les courbes d'écoulement de deux liquides non newtoniens pour prédire celui qui, du point de vue sensoriel, apparaitra comme étant le plus visqueux. Il montre aussi que pour obtenir une évaluation instrumentale à la fois simple et complète de la viscosité sensorielle, il faut faire appel à deux méthodes, l'une à vitesse de cisaillement constante, l'autre à contrainte de cisaillement constante.

La tendreté et la viscosité appartiennent au même domaine de la perception, celui de la texture et font appel à des mécanismes sensoriels similaires. Il est probable que comme pour la viscosité, mais avec un degré de complexité plus élevé, les stimuli de la tendreté sont nombreux et surtout interviennent à des degrés divers selon que l'impression principale est celle de la tendreté ou de la dureté. Enfin, on notera que l'identification de stimuli satisfaisant de la viscosité a pu être établie parce que l'on savait correctement décrire, du point de vue rhéologique, le comportement d'un liquide visqueux par les valeurs de σ et ε.

Le comportement rhéologique des viandes est plus difficile à caractériser. Elles appartiennent au groupe des semi-solides, corps intermédiaires entre les liquides et les solides, de faible résistance et largement déformables. Le comportement de ces corps peut être décrit par des grandeurs mécaniques fondamentales (modules élastiques, coefficients de viscosité, seuils de plasticité) associées à des constantes de temps mécaniques (temps de relaxation, de retardation ou d'accomodation), qui situent l'ordre de grandeur du temps pour lequel les paramètres précédents doivent être considérés. Pour ces corps, la réponse à une déformation dépend toujours de la vitesse de déformation : par exemple, un morceau de caramel mou ''coule'' sous son propre poids. Son comportement est alors celui d'un liquide visqueux. Sous le choc d'un maillet, c'est à dire soumis à une déformation très rapide, il se brise comme un morceau de verre : son comportement est alors celui d'un solide élastique très rigide. Pour les viandes, crues ou cuites, on observe facilement des comportements élastiques et élastiques retardés pour des déformations limitées, auxquels se superposent des comportements plastiques et visqueux dans le cas de déformations importantes.

Sauf dans le cas de comportements très simples, il ne sera en général pas possible d'établir pour ces corps une équation de comportement qui permette de prévoir leur réponse dans une large gamme de vitesse de déformation. Ceci implique que pour mesurer les caractéristiques des viandes qui sont susceptibles de constituer les stimuli associés à la tendreté, il est nécessaire d'opérer aux vitesses de déformation qui sont celles mises en jeu au cours de la mastication.

En pratique ces conditions sont variées. BOURNES (1977) a montré que la cadence de mastication dépendait de la consistance du produit et qu'elle augmente lorsque la consistance diminue. De plus il existe des variations importantes selon l'individu et, finalement, il a observé des cadences de mastication variant de 25 à 130 coups de dents par minute. A partir de l'enregistrement des mouvements relatifs des maxillaires, nous avons pu mesurer des vitesses maximum de déplacement des dents comprises entre 1 et 10 cm/sec. environ. Tout ceci indique que la détermination des caractéristiques rhéologiques des viandes en vue de l'estimation de leur tendreté doit être conduite dans des conditions qui permettent de mesurer les paramètres mécaniques associés à des constantes de temps comprises approximativement entre 0,1 et 9,9 secondes.

Enfin, la structure anisotrope et surtout hétérogène des viandes introduit au niveau de la mesure des caractéristiques rhéologiques des difficultés particulières. Schématiquement ce comportement fait intervenir trois groupes de paramètres qui caractérisent respectivement :

α - le tissu conjonctif du muscle
β - sa distribution
γ - les tissus non conjonctifs, principalement les myofibrilles.

Tant que l'on n'envisage que le problème de l'évaluation instrumentale de la tendreté, seul le comportement global doit être pris en compte et l'on peut correctement caractériser les stimuli associés à la tendreté sans expliciter leurs relations avec les facteurs précédents. Par contre si l'on veut évaluer la tendreté potentielle, le problème est beaucoup plus complexe, car les traitements thermiques induisent des modifications très importantes des caractéristiques des tissus conjonctif et myofibrillaire (VALIN - KOPP, 1978). Pour pouvoir tenir compte de ces modifications et prévoir le comportement d'une viande cuite, il est alors nécessaire d'expliciter les facteurs précédents dans tous les paramètres du comportement mécanique.

Finalement, il apparait que la connaissance précise du comportement rhéologique des viandes est une condition nécessaire à la définition d'une méthode instrumentale d'évaluation de la tendreté. Les raisons principales pour lesquelles cette connaissance nous fait encore défaut sont de deux ordres :

- la première est essentiellement technique. En effet les conditions de déformations imposées par la mastication se situent en dehors du domaine classique d'utilisation des machines universelles d'essais des matériaux qui sont trop lentes et des dispositifs plus perfectionnés d'essais en régime harmonique, dont l'amplitude de déformation est trop faible, et souvent la fréquence d'essais trop élevée. Le dispositif qui vient d'être mis au point à la station devrait permettre de faire face à ces difficultés (NOEL, 1980) ;

- la seconde est au contraire d'ordre fondamental. Elle correspond aux problèmes rencontrés pour exprimer la loi de comportement des corps soumis à des déformations de grande amplitude et de plus hétérogène.

Dans ces conditions les dispositifs d'évaluation de la tendreté se sont développés en dehors de toute méthode et en suivant deux voies différentes, celle des appareils empiriques pour lesquels on a tenté de mesurer dans des conditions généralement mal définies des paramètres mécaniques jouant un rôle important dans les propriétés mécaniques des viandes et celle des appareils imitatifs, dans lesquels on a cherché à imiter en général de façon assez sommaire les conditions de la mastication.

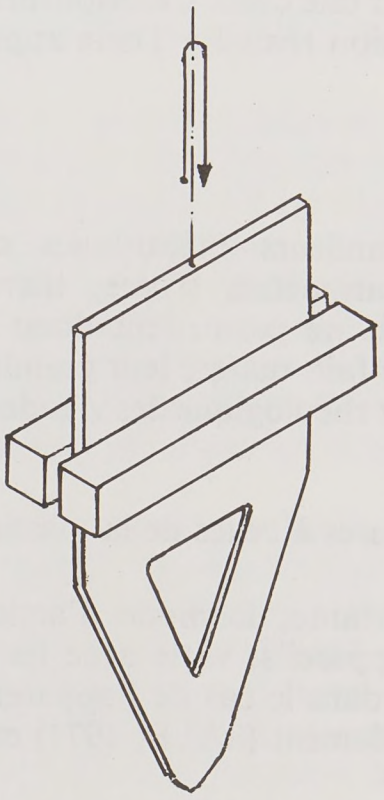
III - LES DISPOSITIFS D'EVALUATION INSTRUMENTALE DE LA TENDRETE

Si nous exceptons le tendéromètre ARMOUR HANSEN (1972) qui a été développé à des fins commerciales, tous les dispositifs d'évaluation de la tendreté actuellement utilisés le sont au niveau des Laboratoires de Recherches pour des études souvent liées au déterminisme des facteurs de la tendreté.

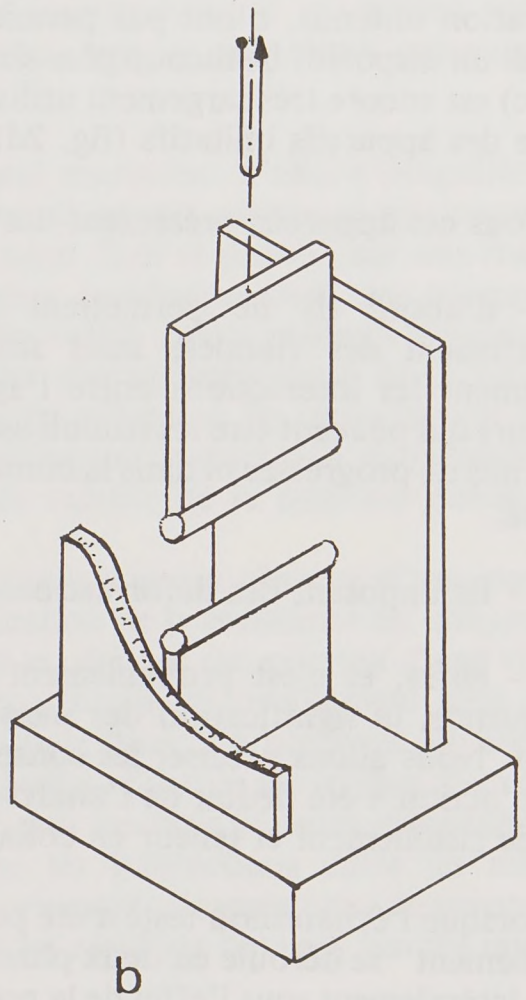
Dans un premier groupe nous trouvons des dispositifs purement empiriques, dont l'exemple le plus connu est l'appareil de WARNER et BRATZLER (1928-1932) (fig. 2a). L'échantillon est soumis à une action mécanique apparemment simple, en réalité complexe, et le paramètre pris en compte, le maximum de force, n'est pas relié de façon simple aux propriétés du milieu. L'appareil à cisailler que nous avons développé (fig. 2b) opère dans des conditions mieux définies et permet d'accéder, dans certaines conditions que nous préciserons plus loin, à la résistance propre des tissus conjonctifs. Ces dispositifs visent à caractériser le milieu de façon élémentaire et sans faire référence aux conditions de la mastication.

Au contraire dans un second groupe, nous trouvons des appareils qui visent à reproduire de façon plus ou moins schématique, l'action des dents. Le dispositif le plus sophistiqué a été celui réalisé par PROCTOR (1955) qui a reconstitué une cavité buccale complète (machoires, joues, langue). En pratique les difficultés

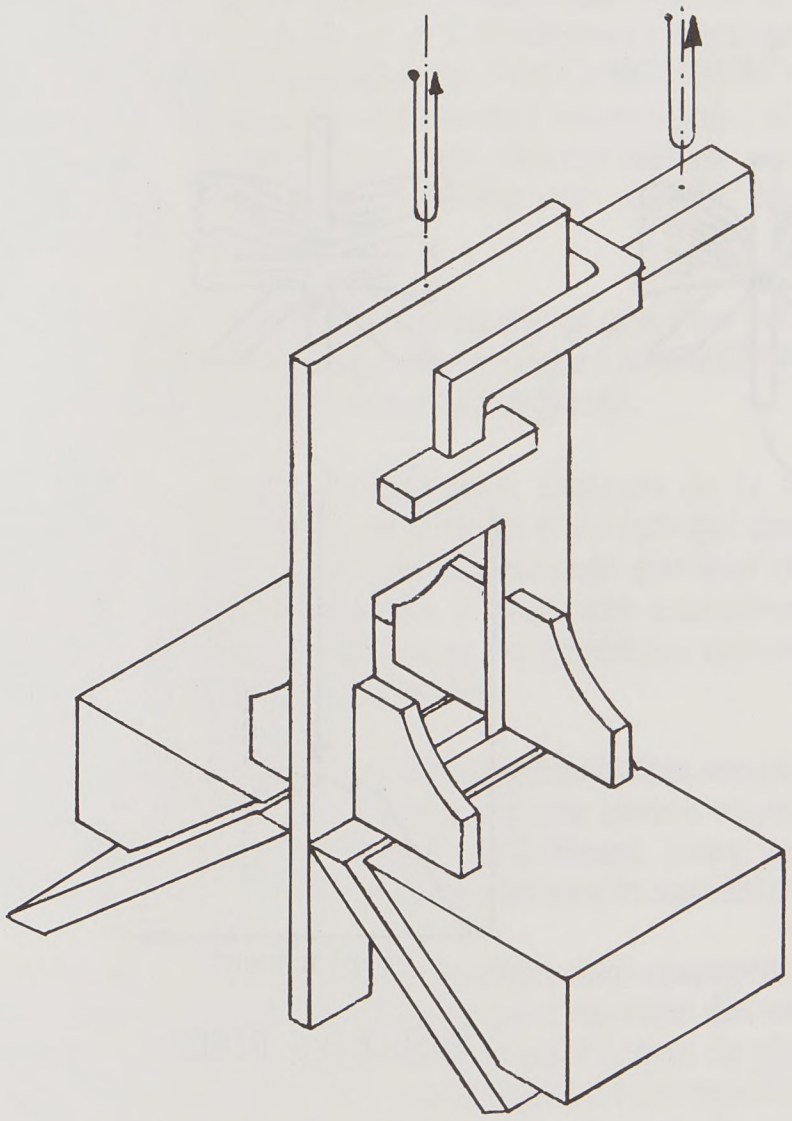
FIGURE 2



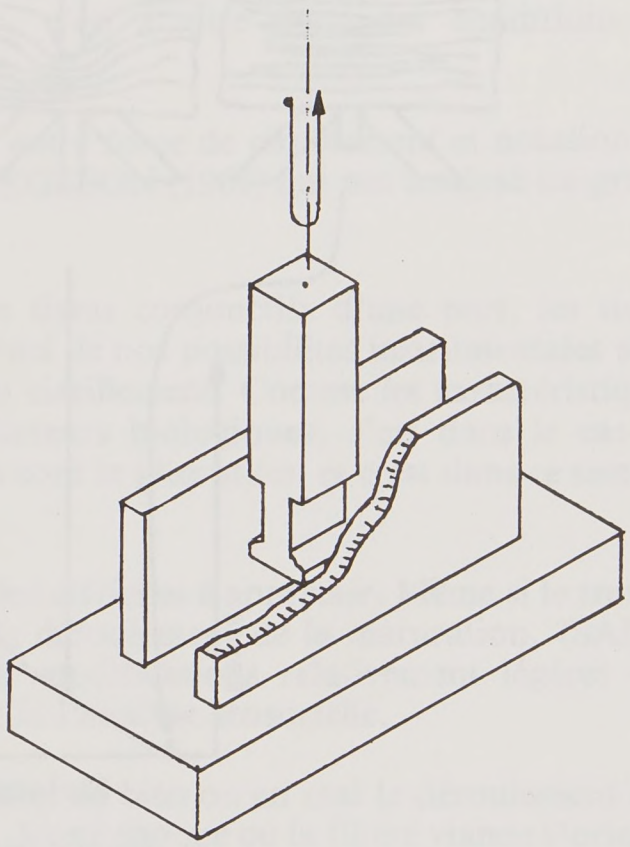
a



b



c



d

rencontrées pour obtenir un fonctionnement correct du système, et la complexité des diagrammes de force de mastication obtenus, n'ont pas permis de développer ce système. Par contre, dès 1938, VOLODKEVICH réalisait un dispositif beaucoup plus simple qui simulait l'action d'une dent. Ce dispositif légèrement modifié (fig. 2c) est encore très largement utilisé. L'appareil de compression réalisé à Theix appartient également au groupe des appareils imitatifs (fig. 2d).

Tous ces appareils présentent des défauts communs :

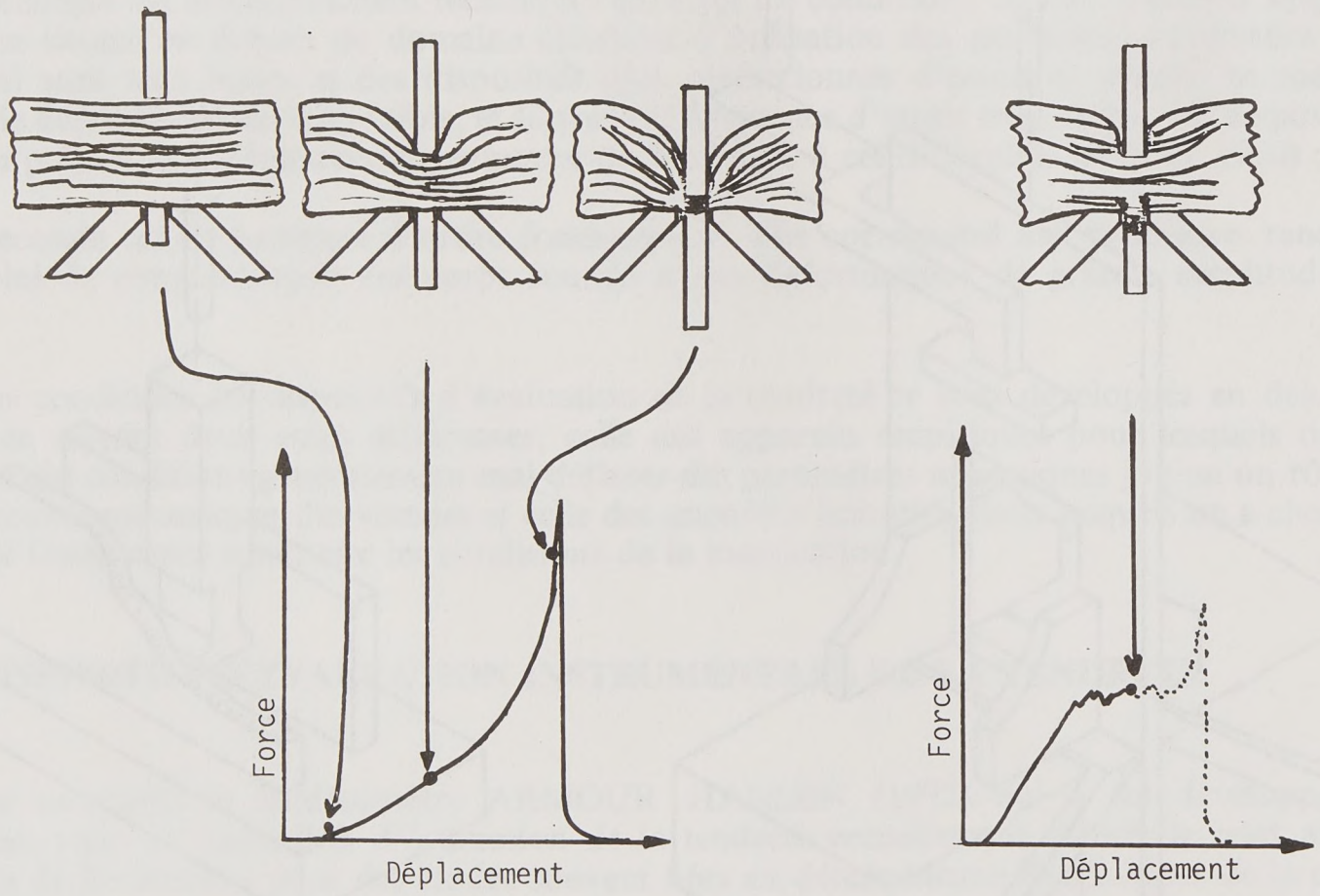
- d'abord ils ne permettent pas de mesurer les grandeurs mécaniques caractéristiques du comportement des viandes, mais simplement un ou deux paramètres (force, travail) qui traduisent globalement les interactions entre l'appareil et l'échantillon. Ils ne permettent donc pas d'accéder aux grandeurs qui peuvent être les stimuli associés à la tendreté et de ce fait, malgré leur grande diversité, ils n'ont pas permis de progresser ni dans la connaissance du comportement rhéologique des viandes, ni dans celle de la tendreté,

- ils imposent des déformations à des vitesses très inférieures à celles de la mastication ;

- enfin, et c'est probablement la critique la plus importante, le mode d'action et, par voie de conséquence, la signification des paramètres mesurés sur ces appareils, varie avec les caractéristiques du produit. Nous allons préciser les conséquences de ces variations dans le cas de l'appareil à cisailler dont le mode d'action a été déduit de l'analyse des diagrammes de cisaillement (SALE, 1971) et des relations entre force de cisaillement et teneur en collagène (KOPP, 1976).

Lorsque l'échantillon testé a été prélevé sur une viande bien maturée (par exemple 10 jours à + 6°C), le ''cisaillement'' se déroule en deux phases, la première de compression, pendant laquelle le non conjonctif est chassé latéralement sous l'effet de la pression alors que le conjonctif reste en place, la seconde de cisaillement proprement dit, qui intervient à la fin de l'opération et n'intéresse que le tissu conjonctif (fig. 3).

FIGURE 3



MUSCLE MATURE MUSCLE EN RIGOR

Il est clair que dans ces conditions la force de cisaillement représente la résistance au cisaillement des tissus conjonctifs. Elle dépend évidemment de la quantité de conjonctif et donc des dimensions de l'échantillon et de sa teneur. Pour pouvoir comparer divers muscles, on calcule, par interpolation des résultats obtenus à diverses épaisseurs, la force de cisaillement pour une épaisseur de 1 cm (soit une section de 1 cm^2).

Dans le cas où la viande est consommée après un traitement thermique très léger, il existe une assez bonne relation entre la force de cisaillement de la viande crue et la tendreté évaluée par un jury, puisque les différences des valeurs de la force de cisaillement expliquent environ 60 % des différences de tendreté indiquées par le jury (TOURAILLE, 1977).

Si la résistance des myofibrilles n'est pas négligeable par rapport à celle du conjonctif, la phase de séparation des myofibrilles nécessite des efforts de compression plus importants qui entrainent soit des ruptures partielles de tissu conjonctif, par effets secondaires de traction, soit un tranchage progressif du produit. Cette situation se rencontre dans deux cas importants :

- d'abord dans le cas des viandes en état de *rigor mortis* ou mal maturées. L'allure irrégulière des diagrammes de cisaillement traduit bien des ruptures de la trame. Si le muscle est très pauvre en conjonctif, on observe un diagramme en plateau, s'il est riche en conjonctif, le cisaillement final se produit sur une fraction seulement des tissus conjonctifs. Dans tous les cas la force de cisaillement représente alors une mesure par défaut de la résistance de ce tissu conjonctif. Elle sera en particulier plus faible que la valeur obtenue après maturation. Dans ces conditions on observe au cours de la maturation une augmentation de la force de cisaillement, ce qui est en désaccord avec la stabilité des caractéristiques du collagène. En outre on sait qu'au cours de la maturation la tendreté des muscles augmente. La force de cisaillement mesurée sur une viande non maturée n'a plus la même signification et ne représente plus un indice valable de la tendreté potentielle.

- de même, dans le cas d'une viande ayant subi un traitement thermique on observe d'une part un accroissement de la cohésion des myofibrilles et éventuellement une réduction de la résistance du conjonctif. Ceci modifie complètement le déroulement de l'opération de cisaillement et, dans le cas extrême d'une viande bouillie, la résistance du milieu conjonctif devient négligeable. Les conditions de cisaillement sont alors totalement modifiées, le maximum de force se produit avant la fin de l'opération. En pratique, on mesure, mais dans un dispositif inadapté, la résistance au cisaillement des myofibrilles. Dans le cas le plus courant, le phénomène de cisaillement se déroule selon des modalités qui font intervenir les trois facteurs précédemment évoqués. En particulier la distribution du conjonctif qui conditionne les interactions entre les milieux myofibrillaire et conjonctif peut devenir le paramètre principal du comportement. Comme nous ne savons pas séparer ces interactions, il ne sera plus possible par exemple de comparer les résultats obtenus sur des muscles ayant des structures différentes.

Les limitations qui viennent d'être indiquées sur la signification de la force de cisaillement se retrouvent sur les autres dispositifs avec des différences liées aux conditions de fonctionnement propres à chaque appareil. Par exemple l'appareil de VOLODKEVICH n'est utilisable que sur la viande cuite. Le paramètre mesuré est la résistance à la rupture de l'échantillon ; elle dépend de trois facteurs, comme pour l'appareil à cisailler, et est soumise pour son interprétation aux mêmes limitations. L'appareil de WARNER et BRATZLER est couramment utilisé sur viande crue et cuite, c'est à dire dans des conditions de fonctionnement très variées.

Mais dans ces conditions, les relations que l'on peut observer entre force de cisaillement et notation du jury sont très variables comme l'ont montré SZCZESNIAK et TORGESON (1965) qui ont analysé un grand nombre d'études effectuées avec cet appareil.

Finalement, des deux principaux facteurs de la tendreté, les tissus conjonctifs d'une part, les tissus myofibrillaires d'autre part, ce sont les premiers qui dans l'état actuel de nos possibilités instrumentales sont les plus faciles à caractériser, principalement par leur résistance au cisaillement. Comme les caractéristiques des tissus conjonctifs dépendent à peu près exclusivement de facteurs biologiques, c'est dans le cas de recherches à caractère zootechnique ou génétique que ces appareils sont le plus utiles, et c'est dans ce secteur qu'ils ont été développés en premier.

Par contre les caractéristiques myofibrillaires sont beaucoup plus difficiles à apprécier. Même si le travail de cisaillement permet de suivre avec une bonne approximative le déroulement de la maturation, (SALE, VALIN, 1970), il est en général insuffisant pour apprécier des modifications relativement légères des propriétés mais qui sont cependant nettement sensibles au niveau de l'analyse sensorielle.

Or tous les traitements *post mortem* sont susceptibles de modifier en bien ou en mal le déroulement des processus biochimiques d'évaluation *post mortem* des myofibrilles. A une époque où la filière viande s'oriente vers une industrialisation plus poussée qui l'écarte de plus en plus des méthodes traditionnelles de traitement, le contrôle des caractéristiques mécaniques de ces myofibrilles devient une nécessité aussi bien sur viande crue que sur viande cuite, notamment dans le cas de cuissons douces modifiant de façon importante les caractéristiques myofibrillaires, sans pour autant désorganiser de façon considérable la trame de conjonctif. Au niveau de la conception de méthodes instrumentales de l'évaluation de la tendreté c'est dans cette direction que devront être portés les efforts.

CONCLUSION

A travers ce qui précède, il est clair que le bilan de plus de 70 ans de travaux sur l'évaluation instrumentale de la tendreté apparaît décevant puisque nous ne disposons pas encore d'une méthode générale satisfaisante pour évaluer ces facteurs pourtant très importants de la qualité des viandes.

La cause principale de cette situation a été et reste encore la connaissance beaucoup trop superficielle que nous avons des semi-solides en général et de la viande en ces divers états. Incapables de décrire de façon correcte le comportement rhéologique de ce milieu et dépourvus des méthodes de mesure des paramètres mécaniques caractérisant ces comportements, l'accès aux divers stimuli de la tendreté apparaît difficile.

Les nombreux dispositifs qui sont cependant utilisés pour évaluer la tendreté permettent dans des cas bien précis d'aboutir à des résultats satisfaisants mais, à cause de leur caractère empirique ou imitatif, les indices de tendreté qu'ils fournissent dépendent souvent autant des caractéristiques de l'appareil que de celles des viandes et de ce fait ne peuvent en général pas être comparés.

Pour l'avenir, des progrès pourront être apportés par le développement des études du comportement des viandes dans des conditions proches de la mastication et en prenant mieux en compte le caractère multidimensionnel de la tendreté, ce qui implique de la caractériser par plusieurs paramètres indépendants qui pourront, si leur signification est clairement établie, être choisis en nombre limité pour chaque étude particulière.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOURNES M.C., 1977. Compression rates in mouth. *J. Text. Studies,* **8**, 373.

BRATZLER L.J., 1932. Measuring the tenderness of meat by means of a mecanical shear. M.S. Thesis, Kansas State University.

HANSEN L.J., 1972. Development of the Armour Tenderometer for tenderness evaluation of beef carcasses. *J. of Text. Studies,* **3**, 146.

KOPP J., 1976. Tendreté de la viande bovine. Principaux facteurs de variation liés à l'âge des animaux. *Bull. Tech. C.R.Z.V.* - I.N.R.A. THEIX, **24**, 37-46.

LEHMANN K.B., 1907. Studies on the toughness of meat and its origin. *Arch. Hyg.,* 63-134.

NOEL Yolande, 1980. Etude des propriétés rhéologiques de corps semi-solides mesurées à des fréquences de 0,5 à 20 H_Z. Thèse Dr. Ing, I.N.A.-P.G. mars 1980.

PROCTOR B.E., DAVISON S., MALECKI G.J., WELCH, 1955. A recording strain gage denture Tenderometer for foods. I- *Food Technol.,* **9**, 47 ; II - *Food Technol.,* **10**, 327 ; III - *Food Technol.,* **10**, 344.

RHODES, JONES, CHRYSTALL, HARRIES, 1972. Meat texture II. *J. of Text. Studies,* **3**, 298.

SALE P., VALIN C., 1970. Problèmes posés par la détermination des modifications de la structure des muscles au cours de la maturation. European Meeting of Meat Research Workers, WARNA.

SALE P., 1971. Evaluation de quelques propriétés mécaniques du muscle pendant la maturation. XVIIth European Meeting of Meat Research Workers, BRISTOL.

SHAMA F. et SHERMAN P., 1973. Identification of stimuli controlling the sensory evaluation of viscosity : II - Oral methods. *J. Text. Studies,* **4, 111.**

SZCZESNIAK A.S., TORGESON, 1965. Methods of meat texture measurement viewed from the back ground of factors affecting tenderness. *Adv. in Food Res.,* **14**, 33-165.

TOURAILLE C. et SALE P., 1977. Problèmes posés par l'évaluation de la tendreté de la viande. *Cahiers de l'E.N.S.B.A.N.A.,* n°1.

VALIN C. et KOPP J., 1978. Influence des facteurs technologiques sur la tendreté des viandes bovines. *I.A.A.,* **4**, 315-325.

VOLODKEVICH N.N., 1938. Apparatus for measurement of chewing resistance or tenderness of foodstuffs. *Foods Res.,* **3**, 221.

WARNER K.F., 1928. A study of the factors which influence the quality and the palability of meat. U.S. Dept. Agr. Nat. Coop. Pro. Coop Bur Animal ind. Rev. ed.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1980 (40) 27-33.

ETUDE DE LA VALEUR AZOTEE D'ENSILAGES D'HERBE ADDITIONNES OU NON D'ACIDE FORMIQUE POUR LES VACHES LAITIERES

J.P. DULPHY, J.P. ANDRIEU et C. DEMARQUILLY

Laboratoire des Aliments

Nous avons poursuivi, en 1978-1979, les essais déjà entrepris sur la valeur azotée des ensilages d'herbe (DULPHY et al., 1979). Notre étude a porté sur deux ensilages distribués à volonté dont la teneur en azote soluble devait être très différente grâce à l'addition ou non d'acide formique lors de la mise en silo. Nous avons donc, dans un schéma factoriel, comparé ces deux ensilages et celà à trois niveaux d'apports azotés de façon à situer leur valeur en PDI.

Par ailleurs, contrairement aux essais précédents, avec l'ensilage à l'acide formique les animaux ont reçu une complémentation énergétique moindre que les autres dans le but d'obtenir des performances comparables avec les deux ensilages et pouvoir ainsi calculer plus facilement l'intérêt économique de l'apport d'acide formique.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

En Juin 1978, nous avons préparé, simultanément et à partir de la même parcelle de ray-grass anglais au début de l'épiaison du 1er cycle, deux ensilages directs à coupe fine, l'un sans conservateur, l'autre avec 3,3 litres d'acide formique par tonne de fourrage. Les caractéristiques des aliments utilisés et les résultats sont rapportés dans les tableaux 1 à 4.

Nous avons utilisé 48 vaches laitières (FF - MO - HO ou croisées HO) dont 6 primipares soumises au contrôle individuel dans une stabulation entravée. Les animaux maintenus sur le même régime du vêlage jusqu'au début de la phase décroissante de production (en moyenne au 38ème jour de lactation) ont, après une période pré-expérimentale de deux semaines, été appariés en 6 lots de 8 animaux aussi semblables que possible (production et composition du lait, n° de lactation, niveau d'ingestion et poids vif). Après l'appariement, 3 lots ont reçu à volonté l'ensilage sans conservateur et les 3 autres celui avec conservateur.

Les valeurs énergétique et azotée des ensilages avaient été estimées à priori à partir de la composition chimique du fourrage vert à la mise en silo et des modifications prévisibles entraînées par l'ensilage. Aussi, l'apport de concentré a-t-il été calculé, pour chaque vache, suivant sa production laitière en période préexpérimentale et la quantité de chacun des ensilages ingérée moyenne par les lots durant cette même période et programmé en supposant une diminution de la production laitière de 2 % par semaine pour les multipares et 1,5 % pour les primipares, de façon à ce que :

- les besoins énergétiques soient couverts,

- l'apport de PDI en supplément des besoins d'entretien soit de 47,5 (niveau bas), 52,5 (niveau moyen) et 57,5 g (niveau haut) par kg de lait 4 %. Ces apports différents ont été réalisés en substituant à un aliment concentré équilibré à base de céréales et de tourteaux ordinaires un mélange de tourteaux (50 % soja, 50 % colza) tannés. En réalité les apports énergétiques et azotés ont été supérieurs car la digestibilité des ensilages a été un peu plus élevée et surtout leurs teneurs en azote soluble plus faibles que prévues.

Tableau 1

COMPOSITION ET CARACTERISTIQUES FERMENTAIRES DES ENSILAGES ETUDIES

		Ensilage sans conservateur	Ensilage avec acide formique
Composition à la mise en silo			
- Teneur en MS (p.100)		18,9	19,1
- Matières minérales	% MS	7,1	7,2
- Matières azotées totales	% MS	13,4	13,1
- Cellulose brute	% MS	25,0	24,0
- Glucides solubles	% MS	18,5	18,2
Composition des ensilages			
- Teneur en MS (p.100)		22,1	22,3
- Matières minérales	% MS	6,1	5,7
- Matières azotées totales	% MS	12,6	13,8
- Cellulose brute	% MS	30,2	30,5
Caractéristiques fermentaires			
pH		3,76	3,94
N-NH_3 % N total		7,4	4,2
N sol. % N total		56,7	41,2
Acide lactique	g/kg MS	118,6	73,6
Acide acétique	g/kg MS	39,6	14,8
Acide propionique	g/kg MS	1,8	0,2
Acide butyrique	g/kg MS	0,4	0,7
Alcools	g/kg MS	26,6	8,2
Acides gras volatils mmoles/kg MS		689	257

Tableau 2

VALEUR ENERGETIQUE ET VALEUR AZOTEE DES ALIMENTS UTILISES

	Ensilages		Concentrés	
	Sans conservateur	Avec conservateur	"équilibré"	Tourteau tanné
Sur moutons :				
- Digestibilité de la matière organique - p.100	74,5	71,8	-	-
- Ingestibilité g MS/kg $P^{0.75}$	50,9	53,8	-	-
UFL/kg de MS	0,90	0,86	1,10	1,07
MAD g/kg MS	73	75	140	402
PDIN g/kg MS	74	85	120	365
PDIE g/kg MS	76	88	125	356

Les vaches ont reçu en outre 400 g/jour (300 pour les primipares) d'un complément comportant 62,5 p.100 de minéraux et contenant 15 % de Ca, 8 % de P et des oligo-éléments, ainsi que des vitamines.

Après une période de transition de 2 semaines, la période expérimentale proprement dite a duré 11 semaines. Les résultats présentés pour les vaches ont été ajustés par analyse de covariance pour tenir compte des petites différences entre lots pendant la période pré-expérimentale.

Les quantités d'ensilage offertes et refusées ont été pesées et échantillonnées pour mesurer leur teneur en matière sèche 4 jours par semaine. Le lait a été pesé tous les jours matin et soir et les taux azoté et butyreux mesurés 3 jours par semaine. Enfin, les animaux ont été pesés au début et à la fin de la période expérimentale ainsi que deux fois durant cette période.

Les deux ensilages ont, en outre, été distribués à des moutons (tableau 2) pour réaliser des mesures de digestibilité et pouvoir calculer leurs valeurs en UFL, MAD et PDI.

RESULTATS

Composition et valeur des aliments utilisés

L'ensilage à l'acide formique a été parfaitement conservé et celui sans conservateur peut être considéré comme bon (tableau 1). Curieusement, les teneurs en MAT ont été très différentes sans que nous en connaissions la cause. L'apport d'acide formique a très fortement limité la solubilisation des matières azotées (- 16 points par rapport à l'ensilage témoin), d'où une valeur azotée, exprimée en PDI, très supérieure en présence de conservateur (tableau 2). Les digestibilités ont été anormalement différentes d'un ensilage à l'autre, mais cela doit être dû à une certaine hétérogénéité dans les silos, la mesure sur moutons standard castrés adultes ne durant qu'une semaine par rapport à une période d'utilisation d'environ 3 mois.

Influence du conservateur sur les performances des vaches

L'addition d'acide formique a augmenté significativement la quantité d'ensilage ingérée (augmentation de 1,3 kg MS soit 11,7 %). Cette augmentation est due en partie à l'apport plus faible de concentré, en moyenne de 0,74 kg de MS, avec l'ensilage à l'acide formique.

Les productions de lait ont été identiques : 22,2 et 22,5 kg de lait à 4 % de MG respectivement pour les ensilages sans et avec conservateur (24,3 et 23,5 kg de lait brut). La persistance des productions de lait, calculée sur 11 semaines, a également été comparable d'un groupe à l'autre (90,0 contre 89,9). Un de nos objectifs qui consistait à obtenir des productions de lait comparables pour les deux ensilages, a donc été atteint.

Le taux butyreux a été significativement supérieur pour l'ensilage à l'acide formique (37,4 contre 34,7 pour celui sans conservateur). Le taux azoté a aussi été significativement supérieur (30,9 contre 29,7). Les productions de matières grasses ont été supérieures pour l'ensilage à l'acide formique (873 contre 833 g/jour) mais la différence n'a pas été significative. Enfin, les productions de matières azotées ont été comparables.

Les gains de poids vif journaliers ont été aussi tout à fait comparables entre les 2 ensilages (221 g/jour pour l'ensilage sans conservateur ; 194 g/jour pour l'ensilage avec acide formique)

Influence du niveau d'apport de matières azotées sur les performances des vaches

L'augmentation des apports azotés n'a pas eu d'influence significative sur la quantité d'ensilage ingérée, la production et la composition du lait (à l'exception du taux butyreux qui a été augmenté significativement pour l'ensilage avec conservateur), ou le gain de poids vif des animaux. De nombreux paramètres ont cependant eu tendance à augmenter entre les niveaux azotés bas et haut : augmentation de quantité ingérée de 0,55 kg MS avec les deux ensilages, augmentation de production de 1,0 kg lait 4 % avec l'ensilage sans conservateur mais aucune de ces augmentations n'est significative.

Efficacité des rations, couverture des besoins

. *Energie :*

En prenant comme besoins énergétiques nets des vaches ceux recommandés dans l'Ouvrage sur l'Alimentation des Ruminants (INRA, 1978) pour l'entretien, la production de lait et les variations du poids vif, nous avons calculé la valeur énergétique nette''réelle'' des ensilages à partir des performances réalisées

Tableau 3

QUANTITES INGEREES ET PERFORMANCES DES VACHES LAITIERES

	Ensilage sans conservateur			Ensilage avec acide formique		
Niveau de complémentation azotée	Bas	Moyen	Haut	Bas	Moyen	Haut
Apport d'énergie par le concentré au-dessus de : (en kg de lait)						
- lot	11,6	11,6	11,6	13,6	13,6	13,6
- multipares	12,3	12,3	12,3	14,3	14,3	14,3
Quantités de MS ingérées par animal, par jour (kg)						
- ensilage	11,2	11,2	11,8	12,6	12,7	12,8
(valeur ajustée)	*(11,1^{a})*	*(11,4^{a})*	*(11,7^{a})*	*(12,4^{b})*	*(12,9^{b})*	*(12,9^{b})*
- concentré équilibré	3,92	3,37	3,19	3,43	3,19	2,69
- tourteau tanné	0,41	0,85	1,28	0,09	0,45	0,95
Production laitière (kg)						
- lait brut	23,3	24,5	24,6	23,8	23,7	23,2
(valeur ajustée)	*(23,7^{a})*	*(24,7^{a})*	*(24,4^{a})*	*(23,7^{a})*	*(23,3^{a})*	*(23,4^{a})*
- lait à 4 % de MG	21,6	21,9	22,7	22,3	22,9	22,6
(valeur ajustée)	*(21,6^{a})*	*(22,4^{a})*	*(22,6^{a})*	*(22,3^{a})*	*(22,6^{a})*	*(22,5^{a})*
Persistance mensuelle de lait (%)	91,1^{a}	89,5^{a}	89,3^{a}	90,2^{a}	89,5^{a}	90,0^{a}
Taux butyreux g p.1000	35,2	33,5	35,4	36,0	37,9	38,3
(valeur ajustée)	*(34,4^{a})*	*(34,5^{ab})*	*(35,3^{ab})*	*(36,2^{b})*	*(38,3^{c})*	*(37,7^{c})*
Taux azoté ‰	30,2	28,5	29,6	31,0	31,5	31,2
(valeur ajustée)	*(29,6^{ab})*	*(28,8^{a})*	*(30,5^{ab})*	*(30,2^{ab})*	*(31,7^{c})*	*(30,9^{bc})*
Production (g/jour)						
- matières grasses	821	808	858	849	895	887
(valeur ajustée)	*(807^{a})*	*(838^{ab})*	*(854^{ab})*	*(854^{ab})*	*(889^{b})*	*(876^{b})*
- matières azotées	700	697	725	732	744	723
(valeur ajustée)	*(700^{a})*	*(708^{a})*	*(747^{a})*	*(712^{a})*	*(742^{a})*	*(709^{a})*
Poids vif (kg)	583	575	588	587	589	591
Variation du poids vif (g/jour) sur 70 jours	236^{a}	158^{a}	269^{a}	176^{a}	194^{a}	213^{a}

Nota : Les valeurs ajustées ou non par analyse de covariance et indexées avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes.

Tableau 4

COMPARAISON ENTRE LES APPORTS ET LES BESOINS DES VACHES LAITIERES

	Ensilage sans conservateur			Ensilage avec conservateur		
Niveau d'apport azoté	Bas	Moyen	Haut	Bas	Moyen	Haut
Energie						
- Valeur énergétique calculée de l'ensilage, UFL/kg de MS	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89
- Production laitière permise par l'ensilage (kg lait à 4 % de MG)	12,5	12,5	13,5	14,7	15,2	15,1
Matières azotées						
MAD						
- Apports totaux						
. en g/jour	1530	1633	1825	1461	1583	1721
. en g/kg de lait à 4 % MG	55	59	65	50	54	60
- % des besoins théoriques du lot Haut	85	91	102	82	89	97
Besoins réels	1719	1708	1798	1745	1788	1777
PDIE						
- Apports totaux						
. en g/jour	1486	1577	1753	1569	1680	1804
. en g/kg de lait à 4 % MG	51	55	60	53	56	63
- % des besoins du lot Haut	96	102	113	103	110	118
Besoins réels	1498	1466	1546	1531	1554	1529

par les animaux. Les calculs font apparaître (tableau 4) une valeur tout à fait comparable (de l'ordre de 0,90 UFL/kg MS) des ensilages et cela quel que soit le niveau d'apport de complément azoté. Dans ces conditions la production de lait permise par la ration de base est passée de 12,8 kg pour l'ensilage sans conservateur à 15 kg pour celui avec acide formique et elle a eu tendance à augmenter légèrement avec le niveau d'azote.

. *Matières azotées :*

Les apports de MAD et de PDI (PDIE seulement car le déficit en PDIN était négligeable) figurent au tableau 4.

Dans le système des MAD, les apports ne seraient à peu près corrects que pour les lots à haut niveau d'apport azoté. Au contraite, dans le système PDI ils sont corrects pour les lots à bas niveau d'apport azoté et les excès de complément azoté ont été notables (+ 13 à + 18 % au niveau des besoins de production laitière).

L'effet global du conservateur a été important puisque l'apport de PDI par l'ensilage est passé en moyenne de 867 g/jour (entretien + 9,6 kg de lait à 33,5 % de MA) à 1120 g/jour (entretien + 14,6 kg de lait à 33,5 g de MA). Par contre, dans le système MAD, l'apport n'est passé que de 833 g MAD/jour (entretien + 8,1 kg de lait) à 954 g/jour (entretien + 10 kg de lait).

. *Pertes en silo*

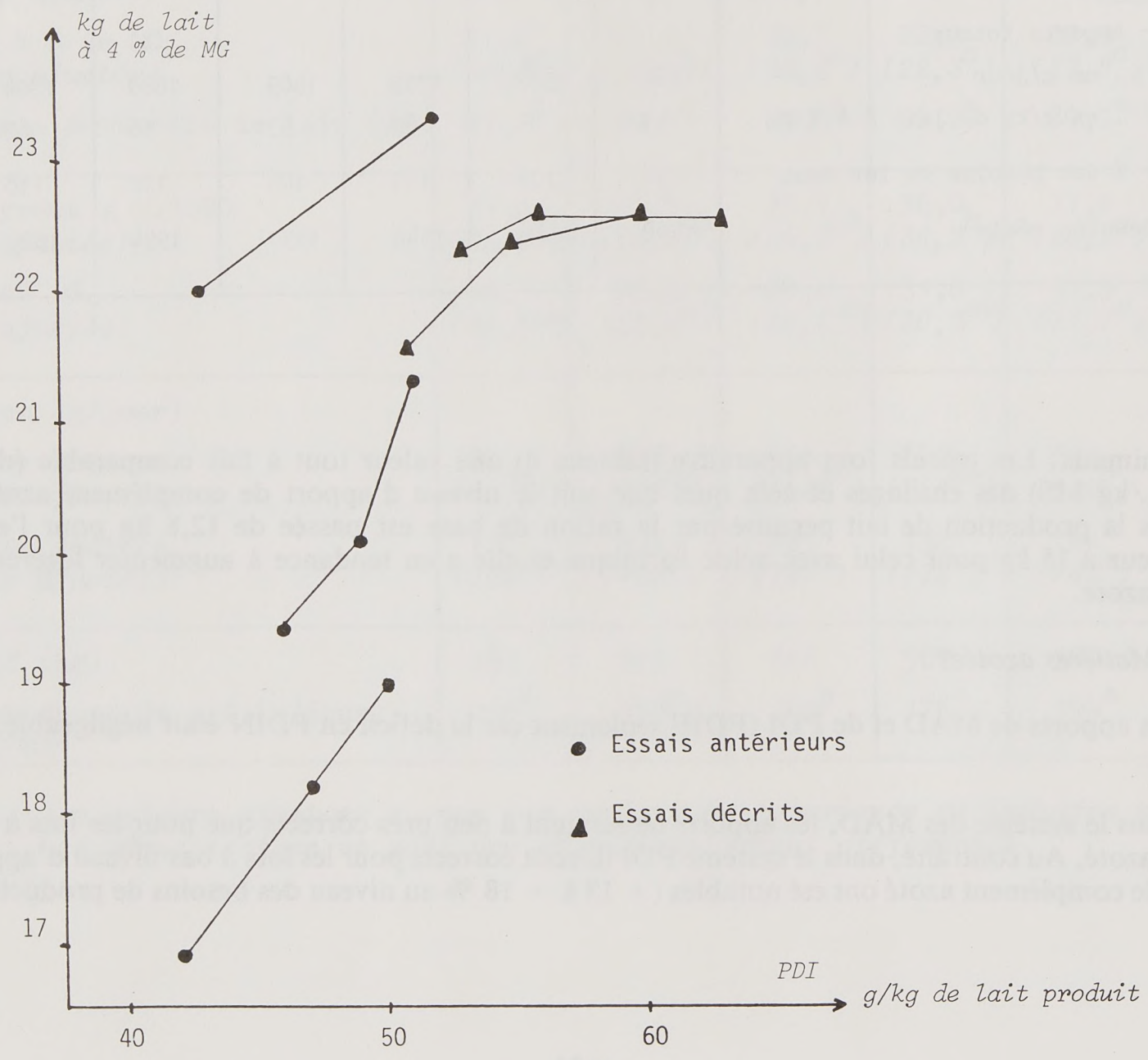
Les pertes de MS durant l'ensilage ont été mesurées. Elles ont été de 23,2 % pour l'ensilage sans conservateur (1,1 % d'inconsommable, 22,2 % de jus + gaz) et 24,2 % pour l'ensilage avec conservateur (1,6 % d'inconsommable, 22,6 % de jus + gaz), donc tout à fait comparables.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Dans cet essai, l'acide formique a eu un effet net bien que l'ensilage sans conservateur ait été correctement conservé. Il a, en effet, augmenté de près de 12 % la quantité d'ensilage ingérée. Cependant, le plus faible apport de concentré aux animaux recevant le meilleur ensilage explique en partie cette augmentation importante. Pour des niveaux de concentré identiques, les résultats de la bibliographie (11 essais - DULPHY, 1979) n'indiquent en effet qu'une amélioration de + 9,6 %. Aussi, l'augmentation de production laitière permise par l'apport d'énergie de la ration de base a-t-elle été de 2,2 kg de lait, valeur un peu plus élevée que celle (+ 1,5 à 2 kg de lait) déjà indiquée par DULPHY (1977). L'acide formique n'a pas eu d'effet notable sur la valeur énergétique des ensilages ; par contre, son effet sur la valeur azotée exprimée en PDIE a été très net : + 16 %. Cette amélioration a été confirmée par le fait que l'apport de tourteau a pu être diminué sans que les performances des animaux soient atteintes.

Lors des trois essais précédents (DULPHY et al., 1979) la réponse de la production laitière à l'augmentation du niveau des apports azotés avait été importante ; en moyenne un kg de lait 4 % en plus quand l'apport azoté augmentait de 4 g de PDI par kg. Il est vrai que les apports se situaient en-dessous de besoins théoriques de 50 g de PDI par kg lait 4 % (figure 1).

Figure 1 : Influence de l'apport de PDI en g/kg de lait sur la production de lait pour 5 rations à base d'ensilage d'herbe.



Dans les deux essais rapportés ici, les réponses ont été faibles et non significatives mais les apports sont supérieurs aux besoins théoriques. Il semble cependant, d'après les courbes de réponses présentées à la figure 1, que l'absence totale de réponse ne soit obtenue que pour des apports supérieurs à 55 g de PDI par kg lait 4 %. Cela peut résulter soit d'une sous-estimation des besoins azotés réels des animaux, soit d'une surestimation de la valeur PDI des ensilages. Aussi, avec le mode de calcul actuel de la valeur PDI serait-il peut-être prudent d'adopter comme besoins, 55 g de PDI par kg de lait 4 % quand les ensilages d'herbe constituent la totalité ou l'essentiel de la ration de base des vaches laitières et cela d'autant que, si nous n'avions pas tenu compte des besoins en PDI pour les gains de poids vif, toutes ces courbes auraient été décalées sur la droite d'environ 2 g de PDI par kg lait. Quoiqu'il en soit les 5 essais que nous avons réalisés jusqu'ici montrent que le système PDI permet de prévoir la valeur azotée des ensilages d'herbe de façon bien meilleure que le système MAD dans lequel la production de lait a répondu parfois jusqu'à des apports de 75 g de MAD/kg lait alors qu'inversement il sous-estime dans les deux essais rapportés ici, la valeur azotée réelle de l'ensilage à l'acide formique.

Enfin, il est intéressant de noter que, dans ces 5 essais, le taux butyreux du lait a augmenté systématiquement, bien que souvent de façon non significative, avec le niveau des apports azotés : augmentation moyenne de + 1,50 g/kg lait (de + 0,9 à + 2,4 g suivant les essais) entre les niveaux bas et haut. En revanche, le taux de matières azotées a augmenté beaucoup moins et de façon moins systématique; + 0,7 g (-0,5 à + 1,5) par kg de lait.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DULPHY J.P., 1977. Revue de l'Elevage, n° spécial Ensilage.

DULPHY J.P., 1979. Meeting of the European Grassland Federation, Brighton, 27-29 nov.

DULPHY J.P., ANDRIEU J.P., DEMARQUILLY C., 1979. *Bull. Techn. CRZV Theix,* INRA, (35), p. 45-52

INRA, 1978. Alimentation des Ruminants. *Ed. INRA Publications* (Route de St Cyr) 78000 Versailles

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1980 (40) 35-50.

EN LIMOUSIN, PRODUCTION DE BROUTARD OU PRODUCTION DE VEAU DE BOUCHERIE ?

ANALYSE DE L'EVOLUTION D'UN GROUPE D'ELEVAGES PRODUCTEURS DE BROUTARD EN CORREZE (1971/72 - 1976/77)

G. LIENARD*, G. PIERSON**, P. DE TORCY***, P. GABEN***
avec la collaboration de M.-C. VERNET*

** Laboratoire d'Economie de l'Elevage - I.N.R.A.-C.R.Z.V. THEIX*
*** C.T.-G.R.E.F. RIOM - Division Etude des exploitations d'élevage et de Polyculture*
**** Centre de Gestion de la Corrèze - Chambre d'Agriculture*

Dans sa région, la race bovine Limousine est exploitée selon différents systèmes de production, qui varient à la fois en fonction de la localisation et de la surface des élevages et en fonction des débouchés locaux. L'engraissement des mâles et des femelles, en veaux de St-Etienne, veaux de Lyon ou jeunes bovins plus lourds est plus fréquent dans les zones les plus fertiles et de moindre altitude de la Haute-Vienne, de la Charente, et même de la Creuse et de la Corrèze (région de Lubersac). La production de veau de boucherie sous la mère était autrefois dominante et largement répandue dans toutes les zones moins favorisées et à petites structures. Elle a beaucoup régressé en Haute-Vienne et Creuse mais elle reste dominante en Corrèze, où après une période de décroissance elle apparaît presque stabilisée depuis quelques années : d'après le SERPIA du Limousin, le veau ne représente plus en 1978 que 141 000 têtes, soit environ 26 % du tonnage et moins de la moitié des effectifs de bovins finis (40 % du total des effectifs vendus) contre les 2/3 des effectifs et 40 % du tonnage dans les années 1960-65 ; cependant, cette production représente encore en Corrèze, avec 93 000 têtes cette même année, près des 2/3 des effectifs vendus. La production de veaux broutards s'est développée initialement dans les grandes exploitations du Nord de la Haute-Vienne, notamment en plein air intégral (B. DESTHIEU, 1968) en prenant parfois la suite d'une production de boeufs âgés. Mais elle s'est progressivement étendue à toute la région Limousine, particulièrement depuis une douzaine d'années, notamment grâce au développement de l'exportation des veaux maigres vers l'Italie (environ 52 000 têtes en 1978 dont 21 000 pour la Corrèze). Ainsi, de nombreuses exploitations productrices de veau de boucherie se sont reconverties vers le ''maigre'' (ou ''semi-fini'') lorsqu'elles ont pu s'agrandir, ceci d'autant plus que la conjoncture était peu favorable au veau sous la mère, très concurrencé par la production de veau en batterie, et très favorable aux broutards. Cependant, les exploitations spécialisées en broutard, après un développement souvent important du troupeau de souche, semblent connaître depuis peu certaines difficultés financières, qui amènent à penser qu'une certaine diversification du système de production devient nécessaire.

Les résultats d'une quarantaine d'exploitations limousines de Corrèze, les unes productrices de veau de boucherie (VB), les autres productrices de broutard et situées dans les mêmes zones, ont été analysés pendant plusieurs années successives, dans le cadre d'une étude concertée entre le Ministère de l'Agriculture, C.T.-G.R.E.F. de Riom et Laboratoire d'Economie de l'Elevage, et le Centre de Gestion de la Corrèze. Il est ainsi possible de situer les résultats techniques et économiques de la production de VB sous la mère en comparaison avec celle de broutard. On le fera sommairement, une première analyse ayant déjà été publiée (LIENARD et BAUD, 1978). Il est possible aussi d'analyser l'évolution accomplie sur 6 campagnes, de 1971/72 à 1976/77 par un groupe de 12 mêmes exploitations productrices de broutard. Ce sera l'objet principal de cette étude.

** Ont également participé à cette étude concertée MM. BAUD, AMON et CAYLA du C.T.-G.R.E.F. de Riom.

TABLEAU 1

COMPARAISON DES RESULTATS TECHNICO-ECONOMIQUES D'EXPLOITATIONS PRODUCTRICES DE VEAU DE BOUCHERIE ET D'EXPLOITATIONS PRODUCTRICES DE BROUTARD EN LIMOUSIN (CORREZE)

(Etudes concertées : C.E.R. Corrèze, C.T.-G.R.E.F., Labo. Economie Elevage - I.N.R.A. Theix)

(Moyennes de 3 années : 1972/72 ; 72/73 ; 73/74)

	VEAUX DE BOUCHERIE		BROUTARDS	
	PETITES (18-30 ha)	MOYENNES (30-50 ha)	MOYENNES (35-50 ha)	TRES GRANDES (>80 ha)
SAU (ha)	22,3	39,6	43,9	100,5
UTH	1,52	1,99	1,79	2,33
SFP % SAU	81,7	82,2	90,2	91,1
REVENU DU TRAVAIL ET CAPITAUX PROPRES D'EXPLOITATION :				
F/UTH	14 650	15 270	29 300	45 300
Indice	*100*	*104*	*200*	*309*
TROUPEAU Nb vaches	19,4	27,5	31,0	62,3
Nb d'UGBB	19,7	29,7	42,5	84,7
UGBT *	19,8	30,7	42,6	86,8
Efficience SAU/UTH	14,7	19,9	24,5	43,1
Vaches/UTH	12,8	13,8	17,3	26,7
UGB/UTH	13,1	15,4	23,8	37,2
Productivité technique				
TROUPEAU Mortalité veaux %	3,8	5,2	7,3	5,0
Nb veaux produits pour 100 vêlages nés	96,7	95,6	93,1	95,3
Nb veaux produits pour 100 vêlages nés + achetés	98,1	97,1	94,5	95,7
% Improductives	8,2	10,2	5,8	2,5
I.V.V. (jours)	390,1	387,5	378,1	371,3
(% >450 jours)	11,6	10,1	7,0	5,0

	VEAUX DE BOUCHERIE		BROUTARDS	
	Petites (18-30 ha)	Moyennes (30-50 ha)	Moyennes (35-50 ha)	très grandes (>80 ha)
Poids des veaux à la vente	♂+ ♀	♂+ ♀	♂	♂
	168,5	178	289 *(58 %)*	299 *(83 %)*
Prix de vente (F/Tête)	♂+ ♀	♂+ ♀	♂ 1/2 F	♂ 1/2 F
	1 505	1 498	2 234	2 374
			Ensemble (♂+ ♀ 1/2 F + R)	
			2 457	2 497
Produit Brut F/UGBB	1 884	1 831	2 097	2 228
Ch. Proportionnelles F/UGBB	253	334	359	466
Marge Brute Bovine F/UGBB (finale)	1 631	1 497	1 738	1 762
Chargement : UGB/ha SFP	1,10	0,94	1,08	0,935
Marge Brute de la SFP/ha SFP (F) (finale)	1 774	1 402	1 838	1 593
CAPITAL D'EXPLOITATION (F/UTH)	99 700	118 000	173 000	230 000
REVENU DU TRAVAIL ET DES CAPITAUX par année (F/UTH)				
1971/72	10 400	11 300	16 000	28 100
1972/73	19 000	22 000	43 300	68 400
1973/74	14 500	12 500	28 600	39 400

I - VEAU DE BOUCHERIE OU BROUTARD ?

23 exploitations productrices de VB sous la mère, ont été suivies sur 3 campagnes de 1971/72 à 1973/74. Elles sont localisées en moyenne altitude, 14 dans le Sud-Est Limousin, entre Egletons et Tulle, 7 en Haut-Limousin entre Uzerche et Seilhac et 2 dans le canton de Brive. Elles se répartissent en deux groupes de surface, de part et d'autre de 30 ha SAU (G I : 15 à 30 ha, 13 élevages ; G II : 30 à 50 ha, 10 élevages). Il est possible de mettre en comparaison avec le groupe II, un groupe de 6 exploitations productrices de broutard, situées dans les mêmes zones, et de surface analogue (35 à 50 ha).

La production de VB au pis repose sur un travail et un savoir-faire importants. Les veaux, dont les premières qualités commerciales sont la blancheur et le fini, sont maintenus constamment à l'étable. Les tétées sont ''surveillées'', été comme hiver et se font 2 ou 3 fois par jour. Les vaches, presque exclusivement logées en stabulation entravée, vont l'été au pâturage sans le veau et, rentrées le soir pour la tétée, elles couchent souvent à l'étable. Du fait de la faible production laitière des mères, malgré une alimentation hivernale souvent soignée (avec des rations à base de foin, de betterave, parfois de topinambour) les veaux âgés doivent compléter leur ration auprès de quelques vaches supplémentaires : des limousines dont le veau est déjà vendu et quelques laitières (les ''brettes''). Dans ces conditions, les vêlages doivent être étalés sur toute l'année, mais il y a cependant une pointe saisonnière au printemps ; les ventes sont ainsi réparties sur toute l'année, ce qui s'avère indispensable sur le plan commercial et ce qui facilite la trésorerie, mais l'étalement est cependant insuffisant pour éviter une variation saisonnière des prix, qui sont plus faibles en été qu'en fin d'automne-début hiver.

A l'opposé, la production de broutard est beaucoup moins exigeante en travail. Les vaches sont logées en hiver souvent en stabulation libre, ou même laissées en plein air, ce qui permet des tétées libres, tout comme au pâturage, où les veaux sont toujours avec leur mère. Le regroupement des vêlages en hiver et début de printemps, de janvier à mai, facilite la conduite du troupeau comme la commercialisation des veaux. L'alimentation des vaches est simplifiée : foin, accompagné de plus en plus souvent d'ensilage d'herbe. Les éleveurs compensent la production laitière insuffisante des mères par la qualité du pâturage et souvent par une distribution aux veaux de concentré au pré, à partir des mois de juillet ou août. La facilité de vêlage des vaches limousines rend plus aisé ce mode de conduite ''en liberté''. La reproduction est toujours en monte libre alors qu'en VB, les petits troupeaux pratiquent l'insémination artificielle. Comme les mâles, les femelles non conservées pour le renouvellement sont vendues pour la plupart à 8-10 mois, en velles d'élevage, soit aux petits producteurs de VB de la région Limousine qui renouvellent leur troupeau par achat, soit en dehors.

Une comparaison des principaux résultats obtenus globalement sur les 3 campagnes fera ressortir les différences entre les classes de surface et les systèmes de production (tableau 1).

Malgré leur surface plus grande et leur troupeau plus important, *les grandes exploitations de veau de boucherie n'ont pas, sur 3 ans, un revenu par travailleur plus élevé que celui des petites exploitations.* En revanche, *les exploitations productrices de broutard,* avec une surface équivalente à celle des grandes exploitations VB, *ont un revenu par travailleur presque double.*

1) - Pourquoi, en veau de boucherie, un même revenu par travailleur sur 40 et 22 ha ?

Bien qu'ayant davantage de main-d'oeuvre, les grandes exploitations ont une surface par UTH plus importante (+ 5,2 ha, + 35 %). Mais dans ce système *veau de boucherie spécialisé,* ceci ne constitue pas un avantage.

En effet, les grandes exploitations ne produisent pas plus de céréales (18 %) car la région n'est pas très favorable, les rendements sont réduits et la marge par ha de céréales est beaucoup plus faible que la marge par ha SFP. Un progrès sur ces cultures serait cependant possible, notamment dans les grandes exploitations qui peuvent disposer de moyens culturaux mieux adaptés.

Le troupeau bovin est plus nombreux sur les grandes exploitations mais pas dans la proportion des surfaces. *Le chargement* est en effet *plus faible* (0,94 contre 1,10), malgré des charges de productions fourragères accrues (davantage d'engrais par ha SFP). Aussi, le nombre de *vaches et le nombre d'UGB par UTH ne sont pas beaucoup plus élevés* dans les grandes exploitations : + 1 vache/UTH, + 2,3 UGB/UTH, l'écart plus important en UGB provenant du fait que ces exploitations ont tendance à élever quelques génisses, alors que les petites engraissent pratiquement tous leurs veaux et renouvellent par achat. L'incidence financière de ces achats est d'ailleurs atténuée du fait du taux de réforme très bas (9,4 % en moyenne sur 3 ans, contre 12,0 % pour les grandes exploitations).

La productivité technico-économique du cheptel est *plus faible* dans les grandes exploitations : la mortalité des veaux, bien que modeste, est supérieure à celle des petites exploitations, qui est très basse, et le nombre de veau produit par vêlage est légèrement inférieur (- 1 point), même si l'on tient compte des achats de veaux pour remplacer les pertes, ou doubler quelques vaches, car les deux groupes le font. Il y a en outre davantage de vaches improductives (vaches ''conservées vides'') dans les grandes exploitations. Dans les 2 cas, les intervalles entre vêlages sont élevés, car c'est lié au système de conduite. Si les veaux produits sont plus légers dans les petites exploitations, ils se vendent légèrement plus cher par tête, car ils sont de meilleure qualité. Au total, le produit par UGB est un peu plus élevé dans les petites exploitations (+ 53 F, + 3 %), et les charges de production sont plus faibles (- 81 F), aussi la marge bovine finale par UGB est-elle supérieure de 134 F (9 %). Par hectare de surface fourragère, l'écart est plus important encore, 372 F (26 %), du fait de la différence de chargement. La marge des produits de la SFP représentant plus de 90 % du total, cet écart se retrouve au niveau de la marge globale, 387 F (27 %). Bien que les charges de structure soient un peu plus faibles par ha dans les grandes exploitations (- 94 F, - 15 %), le revenu agricole, comme le revenu du travail et des capitaux propres sont, par hectare, sensiblement plus élevés dans les petites exploitations, respectivement + 294 et + 266 F, soit 36 % environ. Du fait de leur surface, les grandes exploitations arrivent à obtenir un revenu par travailleur du même ordre de grandeur que celui des petites, mais avec davantage de capital d'exploitation(+ 18 %) comme de capital foncier (+ 35 %).

Finalement, dans ces exploitations où la surface fourragère est obligatoire, où la diversification du système de production est difficile, où le système de conduite des animaux ne se prête à aucune économie d'échelle, *l'agrandissement s'est accompagné d'une extensification,* extensification des surfaces fourragères et extensification dans l'exploitation du troupeau. En outre, les éleveurs tendent à modifier un peu leur mode de production, en faisant davantage *appel aux consommations intermédiaires* (engrais, aliments concentrés, lait reconstitué en complément, etc...), ce qui accroît les charges alors que le produit par unité de cheptel et unité de surface tend à diminuer. En revanche, l'agrandissement accroît globalement les charges de structure, par exploitation et par travailleur (même si leur poids par hectare est légèrement réduit). On comprend dès lors pourquoi le revenu par travailleur stagne. Ceci provient essentiellement du fait que la production de veau au pis, qui exige pour être réussie une forte incorporation de soins, de surveillance et de travail, est totalement *inadaptée aux exploitations en voie d'agrandissement.* Au-delà d'une certaine surface (sans doute une trentaine d'hectare), il apparaît nécessaire de changer le système de production. La reconversion vers le broutard peut être une des solutions.

2) Sur une surface équivalente, le système broutard assure un revenu notablement plus élevé.

Sur 3 ans, la supériorité de revenu atteint 90 %.

Cela provient d'avantages à tous les niveaux. Le travail d'élevage étant simplifié, les éleveurs peuvent développer leur troupeau sans accroître la main-d'oeuvre, voire même en la réduisant. Ainsi, *le chargement de la S.F.P.* est *aussi élevé* que dans les petites exploitations VB, avec des méthodes d'alimentation plus simples, apparemment plus ''extensives'' (plein-air, suppression des tubercules dans l'alimentation hivernale) mais qui incorporent, il est vrai, un peu plus de charges (concentré et engrais). Grâce à cela, les éleveurs de broutard ont 30 % de vaches et 67 % d'UGB en plus par travailleur que les grandes exploitations VB, à surface presque équivalente.

La productivité du troupeau n'en est pas plus faible pour autant. Dans l'échantillon observé, les producteurs de broutard de 35-50 ha étaient, en 1971-72, en phase de transition, ayant abandonné le VB depuis 2 à 5 ans seulement, et la nouvelle conduite du troupeau n'est pas parfaitement maîtrisée. Ainsi, la mortalité des veaux est un peu élevée, le taux de gestation est médiocre (89 %), la proportion de vaches improductives et l'intervalle entre vêlages un peu forts, quoique plus faibles qu'en VB. Au total, la productivité globale en veau est du même ordre qu'en veau de boucherie (78,5 % avec remplacements). En revanche, les performances obtenues par de grands élevages de broutard ($>$ 80 ha), plus anciens dans le système sont, pour ces années-là, nettement plus élevées (taux de productivité globale, avec remplacement, de 85,4 %) et montrent ce qu'il est possible d'atteindre dans le système.

Si la productivité des mères est identique, le poids et la valeur des veaux sont beaucoup plus élevés en broutard, environ 100 kg et 730 F de plus (+ 50 %). Ceci entraîne un produit par UGBB plus élevé par rapport aux grandes exploitations VB (+ 266 F, + 15 %). Bien que les charges de production bovine et fourragère soient un peu plus lourdes, la marge par UGBB reste plus élevée, même par rapport à celle des petites exploitations VB (+ 107 F, 6,5 % et + 241 F, 16 % par rapport aux grandes). Par hectare de SFP, les résultats sont également meilleurs que ceux des petites exploitations VB (+ 64 F, 4 %) et plus encore que ceux des grandes (+ 436 F, 31 %). Les élevages de broutard étant plus spécialisés encore sur la production bovine (moins de 10 % de céréales, contre 19 % en VB), les écarts de marge globale par ha sont davantage encore en leur faveur. En revanche, les charges de structure étant, par hectare, d'un montant analogue à celui des grandes exploitations VB, les revenus par hectare sont nettement plus élevés en broutard : le revenu agricole

dépasse celui des petites exploitations VB de 115 F (11 %) et celui des grandes de 409 F (51 %), pour le revenu du travail et des capitaux propres les différences sont un peu plus fortes encore, respectivement 184 F (18 %) et 450 F (60 %). Par travailleur, l'écart est, comme on l'a vu, plus conséquent puisque la surface exploitée par UTH est plus grande en broutard. Mais ce dernier système exige davantage de capital par UTH (+ 45 % de capital d'exploitation, + 23 % de capital foncier, ceci par rapport aux grands VB).

Même s'il assure incontestablement de meilleurs résultats économiques que la production de VB, le système broutard connaît lui aussi des problèmes, comme le montre l'analyse de l'évolution de deux groupes d'élevages s'adonnant à ce type de production.

II - L'EVOLUTION D'EXPLOITATIONS PRODUCTRICES DE BROUTARD ENTRE 1971/72 et 1976/77 FAIT APPARAITRE UNE DEGRADATION RELATIVE DU REVENU

On peut suivre sur 6 campagnes l'évolution de 12 mêmes exploitations productrices de broutard. Elles se répartissent en 2 groupes :

- un groupe de 6 grandes exploitations d'une centaine d'hectares de moyenne (entre 80 et 150 ha), dont 5 sont localisées en altitude sur le Plateau de Millevaches. En 1971, elles hivernent toutes leur troupeau de mères en plein air (les génisses de 1 an étant le plus souvent rentrées en étable une partie de l'hiver, ou hivernent près de la maison, afin de les accoutumer à la présence humaine) ;
- un groupe de 6 exploitations de taille moyenne, environ 50 ha (entre 40 et 80 ha) situées pour l'une sur le Plateau de Millevaches et pour les 5 autres à plus basse altitude et en zone plus favorable (4 en Haut Limousin et 1 dans le Sud-Est Limousin). En 1971, 4 hivernent les vaches en plein air et 2 utilisent des bâtiments (1 stabulation libre récente et 1 vieille étable entravée). Ce groupe est plus composite, certains éleveurs (3) étant des ''anciens'' dans le système broutard et les 3 autres des ''nouveaux venus'' récemment reconvertis du veau de boucherie.

1) - Evolution de la surface et du troupeau

Sur les 6 ans, toutes les exploitations ont eu tendance à agrandir leur SAU : + 24 ha (26 %) pour les grandes et + 14 ha (30 %) pour les moyennes. Mais cela ne s'est pas réalisé de la même façon. Pour les grandes exploitations, situées en altitude, une partie de l'agrandissement de SAU provient d'une remise progressive en culture de friches ou parcours de médiocre valeur, intialement exclus totalement ou partiellement de la SAU ; ces friches appartenant aux exploitants, l'agrandissement correspond de ce fait à du faire-valoir direct (FVD), 23 ha sur 24, et la proportion de terre en fermage régresse ainsi de 39 à 33 %. En revanche, l'agrandissement des exploitations moyennes correspond à de nouvelles surfaces, d'ailleurs le plus souvent acquises par achat (les terres en FVD s'accroissent de 15 ha), ce qui fait régresser le fermage de 28 à 22 %. Pendant le même temps, la main d'oeuvre n'évolue pratiquement pas sur les 6 années, ceci dans les 2 groupes.

Ces exploitations sont très spécialisées sur les productions fourragères et bovines. Dans les grandes, les céréales, qui servent surtout de ''plantes pionier'' sur défriche, régressent régulièrement de 10 à 3 % de la SAU , dans les moyennes, guère plus céréalières, la régression est analogue, de 12 à 6 %. Le cheptel est représenté à plus de 99 % par les bovins dans les exploitations moyennes. Dans les grandes, en 1971, 2 élevages ont 48 et 65 brebis (3,5 % des UGB), un seul les a conservées (67 brebis) en 1976. Le troupeau s'accroît considérablement sur la période : *42 % de vaches et 40 % d'UGB* en plus dans les grandes exploitations, *42 % de vaches comme d'UGB* en plus dans les moyennes. Cela provient dans les deux cas beaucoup plus de l'extension de la surface fourragère que de l'accroissement du chargement, celui-ci ne progressant que de quelques points. Cela n'a pas empêché une forte augmentation des apports d'engrais, les apports d'azote par ha SFP sont doublés dans les grandes exploitations et sont accrus de 42 % dans les moyennes ; mais une partie de ces dépenses en fertilisants correspondent à des remises en valeur. On peut ainsi penser que l'accroissement des cheptels pourrait se poursuivre, sauf limites provenant des bâtiments, de la trésorerie ou du travail.

Il faut noter que l'accroissement de cheptel a été très important les 4 premières années (sous l'influence, comme partout en France, de la conjoncture favorable de la camapgne 1972/73), surtout dans les grandes exploitations qui ont arrêté leur croissance à partir de 1975/76, alors que les moyennes prolongent une croissance ralentie jusqu'en fin de période. Ce développement s'est réalisé, en 1972/73 et 73/74 par une forte réduction des réformes, puis par l'arrivée au vêlage des nombreuses génisses nées depuis 1971.

TABLEAU 2

EVOLUTION D'UN GROUPE D'EXPLOITATIONS PRODUCTRICES DE BROUTARD EN LIMOUSIN (CORREZE)

(Etudes concertées : C.E.R. Corrèze, C.T.-G.R.E.F., Labo. Economie Elevage-I.N.R.A. Theix)

	6 grandes exploitations						6 exploitations moyennes					
	71/72	72/73	73/74	74/75	75/76	76/77	71/72	72/73	73/74	74/75	75/76	76/77
S.A.U. (ha)	93,6	97,9	103,1	106,9	115,3	118,2	47,7	50,2	54,5	56,5	57,5	62,1
Fermage (%)	*39*					*33*	*28*					*22*
U.T.H.	2,33	2,32	2,34	2,32	2,39	2,35	1,96	1,92	1,96	1,96	1,96	1,99
S.A.U./U.T.H. (ha)	40,1	42,2	44,0	46,0	48,2	50,2	24,3	26,1	27,8	28,8	29,3	31,2
S.F.P. % S.A.U. (%)	*89,5*	*91,7*	*94,4*	*98,0*	*99,0*	*96,5*	*88,7*	*90,5*	*93,9*	*92,9*	*92,7*	*94,0*
I - TROUPEAU												
Nombre de vaches	51,9	59,0	65,7	72,4	76,2	73,8	32,9	36,0	39,5	43,4	44,3	46,9
U.G.B.B.	71,6	81,5	90,7	99,1	102,5	102,7	45,4	49,2	55,3	60,5	61,5	64,4
U.G.B. (t)	74,1	84,3	93,6	100,1	103,6	103,8	45,5	49,2	55,7	60,9	62,0	64,7
Taux de réforme (%)	*12,0*	*8,3*	*8,8*	*13,6*	*14,1*	*14,4*	*17,0*	*11,5*	*8,1*	*13,3*	*15,3*	*15,5*
Taux d'accroissement (%)	*+ 11,9*	*+ 10,8*	*+ 12,0*	*+ 9,3*	*0*	*- 1,3*	*+ 5,9*	*+ 8,0*	*+ 9,4*	*+ 8,0*	*+ 2,5*	*+ 3,7*
II - PRODUCTIVITE TECHNIQUE DU TROUPEAU												
a) - PRODUCTIVITE EN VEAU												
Taux productivité globale (avec Achat)	*89,9*	*85,4*	*90,1*	*86,8*	*81,3*	*86,2*	*87,7*	*71,7*	*78,3*	*86,7*	*76,0*	*84,0*
Taux de gestation (%)	*95,4*	*92,4*	*96,1*	*94,8*	*92,3*	*92,6*	*96,0*	*86,0*	*89,9*	*95,4*	*87,1*	*90,1*
% improductives	*2,7*	*4,2*	*0,8*	*3,5*	*3,3*	*2,7*	*2,1*	*10,0*	*5,7*	*3,9*	*5,6*	*2,4*
Mortalité des veaux (globale)(%)	*4,0*	*3,5*	*6,1*	*5,9*	*8,4*	*4,5*	*8,05*	*8,3*	*8,9*	*5,2*	*9,0*	*4,2*
Vêlages : Nombre	50,2	56,8	65,3	72,8	77,5	77,7	33,8	34,0	37,8	42,5	44,2	48,2
Date	26/3	23/3	19/3	18/3	11/3	8/3	28/3	19/3	12/3	6/3	24/2	8/3
% vêlages : précoces *(1)*	*62*	*61*	*67*	*71*	*68*	*75*	*70,9*	*61,3*	*68,7*	*70,9*	*77,7*	*64,4*
tardifs *(2)*	*12*	*10*	*9*	*9*	*5*	*4,5*	*12,8*	*9,8*	*11,9*	*7,8*	*4,1*	*6,9*
I.V.V. (jours)		372,1	370,7	367,7	373,9	375,4	373	376,5	378	378	370	391
b) - PRODUITS VENDUS												
Poids des veaux mâles (kg) (semi-finis)	295		298	272	274	259	285	274	301		277,5	274
(% poids connus)	*(70)*		*(56)*	*(34)*	*(85)*	*(75)*	*(71)*	*(51)*	*(65)*	*(9)*	*(88)*	*(65)*
PRIX DE VENTE VEAUX												
Mâles (semi-finis) F/Tête	1 897	3 009	2 217	1 984	2 690	2 603	1 795	2 770	2 272	2 105	2 651	2 553
Femelles (d'élevage) F/Tête	1 867	2 395	2 500	2 196	2 572	2 541	2 076	2 554	2 963	2 295	2 824	2 594
Tous veaux 9 mois (♂+ ♀ + Reprod. + semi-finis) F/Tête	2 038	2 929	2 511	2 182	2 790	2 759	2 002	2 965	2 777	2 268	2 872	2 653
% reproducteurs ♂ et ♀	*40*	*56*	*41,4*	*41,5*	*46,1*	*31,6*	*43*	*56*	*42*	*35*	*38*	*29*
PRIX DE VENTE VACHES F/Tête	2 522	3 466	3 371	3 134	3 721	3 771	2 245	2 938	3 162	3 167	3 418	3 405

(1) Vêlages de janvier + février + mars
(2) Vêlages de juin + juillet + août + septembre

.../..
(suite TABLEAU 2 Bis)

TABLEAU 2 BIS *(suite)*

	6 grandes exploitations						6 exploitations moyennes					
	71/72	72/73	73/74	74/75	75/76	76/77	71/72	72/73	73/74	74/75	75/76	76/77
III - SURFACE FOURRAGERE												
Chargement (UGB/ha SFP)	0,88	0,91	0,96	0,95	0,91	0,91	1,075	1,08	1,09	1,16	1,16	1,11
Prairies temporaires % S.F.	*44*	*48,4*	*51*	*57*	*55*	*56*	*45,5*	*51,5*	*45,2*	*48,3*	*49,8*	*55,1*
Parcours % S.F.	*15,8*	*16,9*	*15*	*12,5*	*17*	*16,2*	*3,1*	*4,7*	*4,6*	*3,2*	*3,1*	*3,5*
N }	20	35	27	34	41	40	24	26	25	29	16	34
P } /ha S.F.P.	83	76	66	86	89	62	67	83	70	68	98	78
K }	24	27	28	29	17	14	3	4	22	14	6	11
IV - RESULTATS ECONOMIQUES DU TROUPEAU ET SURFACE FOURRAGERE												
Produit bovin/UGBB (F)	1 700	2 922	2 052	1 934	2 140	2 213	1 519	2 700	2 110	1 952	2 162	1 976
Marge Brute Bovine/UGBB (F) (finale)	1 295	2 455	1 538	1 360	1 480	1 335	1 219	2 324	1 713	1 541	1 726	1 318
Marge SF (finale)/ha SFP (F)	1 125	2 204	1 450	1 298	1 353	1 217	1 315	2 517	1 851	1 617	1 994	1 458
UGB / UTH (nombre)	31,2	35,2	39,3	43,2	43,5	44,4	23,2	25,6	28,4	31,1	31,6	32,5
Marge SF / UTH (finale) (F)	40 360	85 203	60 302	58 614	64 433	59 050	28 390	59 681	48 379	43 389	54 230	42 699
V - RESULTATS ECONOMIQUES GLOBAUX												
REVENU AGRICOLE : F/ha SAU ..	709	1 628	900	771	785	655	767	1 817	1 204	1 072	1 300	835
F/UTH	33 900	83 000	48 740	43 770	47 420	40 570	21 405	54 711	38 407	35 470	43 732	30 327
Indice (F constant)	100	231	126	100	97	75	100	241	157	128	141	89
REVENU DU TRAVAIL ET DES CAPITAUX PROPRES D'EXPLOITAT.												
F/ha SAU ..	702	1 622	895	751	749	610	754	1 791	1 142	1 012	1 230	748
F/UTH	28 160	63 410	39 420	34 560	36 120	30 670	18 347	46 901	31 784	29 204	36 086	23 294
Indice (F constant)	100	225	123	95	89	69	100	241	151	123	136	80
Charges structure comparatives (F/UTH)	18 650	21 050	21 490	28 610	32 535	37 220	15 227	18 375	18 894	21 264	22 818	28 232
Indice (F constant)	100	105	100	118	120	126	100	114	109	108	104	117
F/ha SAU ..	465	499	488	622	675	740	626	702	679	737	778	906
dont : F. Fin. + Bâtim. F/ha SAU	45	48	60	125	121	152	37,5	35,3	60,9	124	118	141
(%)	*9,7*	*9,6*	*12,3*	*20,0*	*18,0*	*20,5*	*6,0*	*5,0*	*9,0*	*16,3*	*15,2*	*15,6*
VI - CAPITAL D'EXPLOITATION *(1)*												
F/ha SAU	3 278	5 241	5 333	5 649	5 447	6 269	4 578	6 702	6 840	6 941	7 302	6 862
dont Bâtiments .	193	238	241	255	357	744	484	450	505	531	569	539
VII - ENDETTEMENT												
Emprunt d'exploitation (L.M. + C.T.) *(en % du capital d'exploitation)* *(2)*	*13,3*	*8,7*	*16,4*	*18,9*	*20,1*	*19,6*	*0,6*	*2,1*	*3,4*	*7,1*	*6,2*	*10,8*
Montant des remboursements *(3)* F/ha SAU	91	97				176	10	30			162,5	197,5
% du R.Agricole	*12,7*	*6,0*				*26,9*	*1,3*	*1,7*			*13,2*	*23,7*

(1) Y compris stock, liquidités et améliorations foncières (drainage), mais valeur du foncier exclue.
(2) Foncier exclu.
(3) Capital des emprunts d'exploitation + annuités foncières (C.T. exclus).

2) - Evolution de la productivité technico-économique du troupeau et de la S.F.P.

21) - La productivité en veau

Dans les grands élevages, la productivité en veau est remarquable en début de période, combinant une excellente fertilité des mères et une faible mortalité des veaux, malgré les conditions difficiles du plein air. Durant les 3 dernières années, la productivité diminue, à la fois par une moindre fertilité des vaches, et surtout par une augmentation progressive de la motalité des veaux (avec cependant un sensible rétablissement en 1976/77). Cette réduction des performances peut avoir différentes raisons, parmi lesquelles la *croissance importante du troupeau par travailleur* et le *vieillissement* du troupeau de mères, conséquence de la moindre réforme, sont certainement déterminants.

La production en veau est moins élevée dans les exploitations moyennes, et elle varie beaucoup plus d'une année à l'autre sans tendance nette. Cette moindre productivité provient plus particulièrement des élevages qui en début de période sont en pleine phase de reconversion du VB, avec les problèmes que cela comporte ; en particulier le regroupement des vêlages en hiver oblige à tolérer certaines vaches improductives, d'autant plus que les éleveurs minimisent les réformes pour accroître leur troupeau. La mortalité plus forte des veaux peut provenir du fait que la conduite en plein air, adoptée récemment par certains de ces éleveurs, exige une certaine adaptation pour la conduite des animaux.

Dans les deux cas, on observe, en revanche, un avancement continu des vêlages (la date moyenne passant du 26 ou 28/3 au 8/3), malgré les aléas climatiques qui influencent les intervalles de vêlage ; cet avancement est essentiellement réalisé grâce à une amélioration dans la conduite du troupeau, vêlage plus précoce des primipares et suppression progressive des vêlages tardifs.

22) - Valeur des produits vendus, veaux et vaches

Tous les veaux mâles sont vendus à 8-10 mois, quelques uns en reproducteurs, la majorité en broutards destinés à l'engraissement. De même, les femelles non destinées au renouvellement sont vendues au même âge, quelques unes pour l'engraissement, la majorité pour l'élevage.

Plusieurs facteurs déterminent le prix moyen de vente des veaux de 9 mois : la conjoncture, le poids, la proportion d'animaux vendus en reproducteurs et accessoirement le sex ratio, mais celui-ci n'a ici qu'une faible influence car le prix moyen de vente des femelles est souvent proche de celui des mâles vendus comme broutards.

Les fluctuations de la conjoncture pour cette période sont bien connues : flambées des cours à l'automne 1972, régression en 1973 et plus encore en 1974, léger redressement en 1975. En revanche, il faut remarquer une légère régression des poids de vente entre les premières années 1971 et 1973 (1) et les dernières 1974 et 75, les poids très légers de 1976 s'expliquant par la sécheresse, qui a d'ailleurs davantage affecté les éleveurs du Plateau. Cette baisse est particulièrement nette dans les grands élevages. Cela vient moins d'un changement dans la conduite des troupeaux que d'une modification d'ordre commercial. Cela aurait du en effet être le contraire, les éleveurs faisant naître de plus en plus tôt et complémentant toujours leurs veaux au pré. En effet, en début de période, les éleveurs de ce groupe conservaient la plupart de leurs mâles en fin d'automne et début d'hiver, dans l'espoir d'en valoriser un certain nombre pour la reproduction. En fin de période, le marché des reproducteurs s'étant un peu restreint, du moins pour les mâles, les éleveurs ont vendu plus tôt les veaux mâles, dès le sevrage, en triant nettement les reproducteurs possibles. En outre, les acheteurs de broutard, notamment les Italiens, ont cherché à acheter, au fil des années, des animaux de plus en plus légers. A cette réduction des poids, s'est ajoutée une légère tendance à une moindre progression des prix de vente que dans d'autres régions, ceci venant du fait qu'au début des années 70 les broutards Limousins, peu nombreux, étaient très recherchés.

Tout ceci a fait que les prix de vente par tête de **l'ensemble** des veaux de 8-10 mois (mâles + femelles ; maigres + reproducteurs) ont diminué, en francs constants, à partir de 1974. Ainsi, dans le groupe des grandes exploitations, le prix par tête est, en francs constants par rapport à 1971 (indice 100), à l'indice 83 en 1974, 94 en 1975 et 85 en 1976 et dans le groupe des moyennes respectivement aux indices 87, 99, 83. En revanche, le prix de vente des vaches n'a pas connu cette relative régression puisqu'il reste, aux aléas annuels près, relativement stable (pour les 3 années 1974, 75 et 76, dans les grandes exploitations, indices de 96, 102 et 94, et dans les moyennes 108, 105 et 95, ces valeurs un peu plus élevées provenant de ce que le prix de vente moyen 1971 était plus faible que celui des grandes exploitations).

(1) En 1972, compte tenu de la demande, les veaux ont été vendus très tôt, donc légers, et beaucoup "à la pièce".

23) - Les résultats économiques du troupeau et de la surface fourragère

Dans les grands élevages, après la hausse de 1972, les résultats économiques par UGBB tendent à diminuer régulièrement, en francs constants, la marge plus rapidement que le produit-bovin, car la part des charges dans le produit s'accroît sans cesse. Ainsi, par rapport à 1971/72, le produit par UGBB est à l'indice 106 en 1973/74, 88 en 1974/75, 87 en 1975/76 et 82 en 1976/77, alors que la marge par UGBB est, pour les mêmes campagnes, aux indices 104, 81, 79 et 65. Compte tenu de la faible hausse du chargement, la marge par ha SFP est aux indices 113, 89,83 et 68 ; compte tenu de l'accroissement du troupeau, la marge de la SFP par UTH est en augmentation par rapport à 1971/72, sauf en 1976/77 du fait de la sécheresse (indices 131, 112, 110 et 92). *La relative régression des résultats* économiques par UGBB provient de ce *qu'il y avait en début de période d'excellents résultats.*

La régression est effectivement moins caractérisée dans les exploitations moyennes, les résultats de début de période étant moins exceptionnels. En revanche, en 3e, 4e et 5e campagnes, le produit par UGBB de ces élevages devient équivalent à celui des grands (les veaux mâles et femelles vendus plus chers, compensant une productivité en veau moins bonne), et la marge se retrouve plus élevée car les dépenses sont moins fortes (moins de concentré et surtout moindre dépense d'engrais). Le chargement supérieur permet aux exploitations moyennes d'obtenir des marges par ha SFP meilleures sur toute la période hexénale. Ainsi, pour les 4 dernières campagnes, les indices du produit par UGBB sont de 122, 99,98, 82 ; ceux de la marge par UGBB de 123, 98, 98, 68 et ceux de la marge par ha SFP de 123, 95, 105, 70. Compte tenu de l'accroissement du troupeau par UTH, qui est aussi ample que dans les grands élevages, la marge par UTH a une évolution plus favorable (indices de 149, 118, 132, 95).

3) - Evolution des résultats économiques globaux

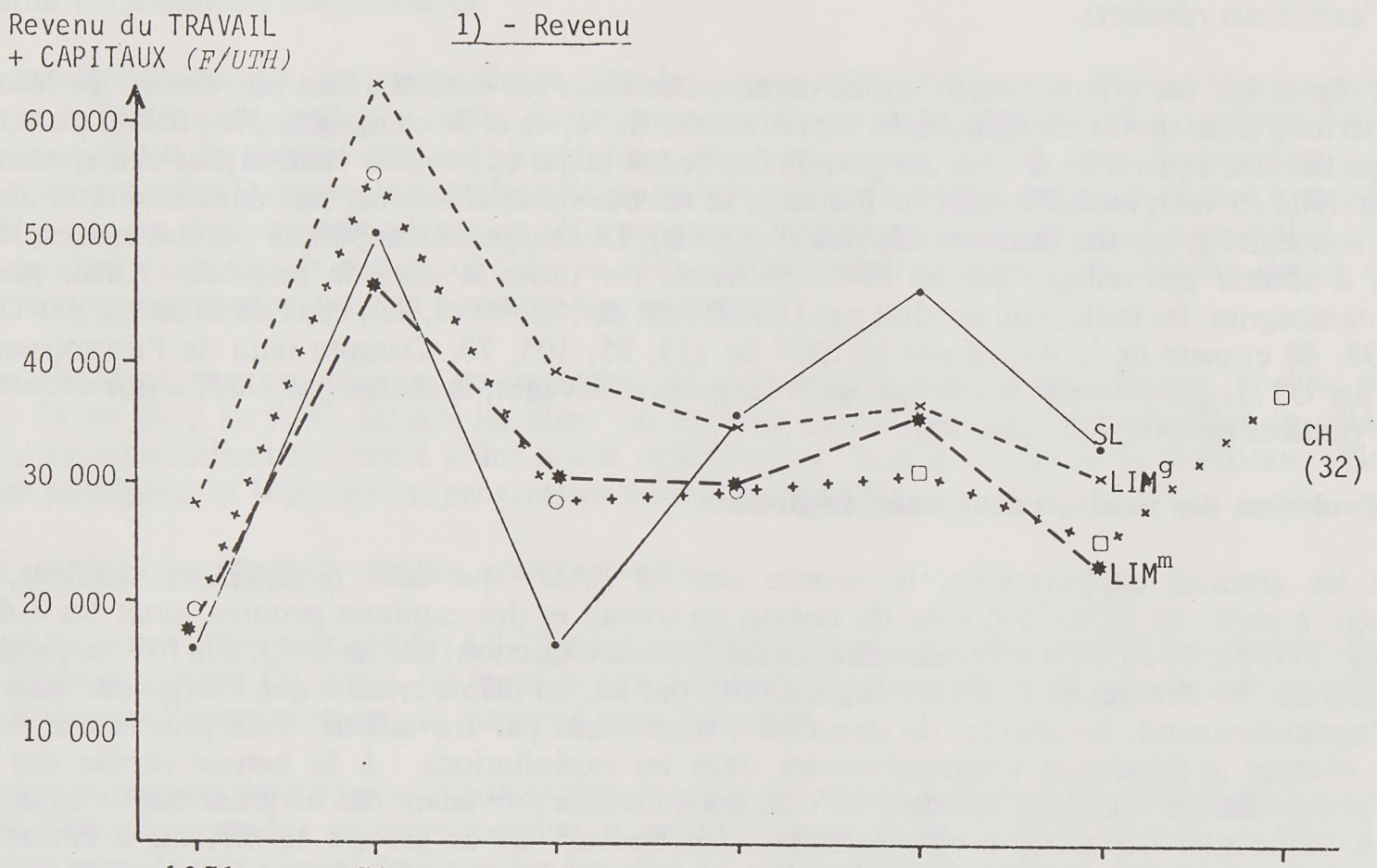
Dans les grandes exploitations, le revenu par ha SAU, qui était initialement excellent, décroît sensiblement à partir de 1974/75 (indice du revenu du travail et des capitaux propres, pour les 4 dernières campagnes : 111, 84, 76 et 58). Cette décroissance est due à la réduction, par ha SAU, à la fois du produit et de la marge globale, les charges de structure augmentant, par ha, au même rythme que l'inflation. Mais compte tenu de l'agrandissement, les charges de structure s'accroissent par travailleur. Cela provient de ce que de *nouvelles charges* apparaissent progressivement dans les exploitations : à la hausse rapide des charges foncières et des charges sociales s'ajoutent les charges nouvelles provenant des investissements en matériel et surtout en bâtiments. En effet, progressivement, les éleveurs de ce groupe se mettent à construire des stabulations libres pour loger leur cheptel vaches : un premier en 1975, deux autres en 1976/77 (et un quatrième l'aura fait en 1977/78). Les amortissements et les frais financiers qui en résultent apparaissent progressivement dans les charges, ces postes faisant plus que tripler en francs courants et plus que doubler en francs constants entre le 1er et le 6e exercice (cette hausse se poursuivant ultèrieurement). Dans ces conditions, malgré l'augmentation importante de la productivité du travail exprimée par le nombre d'UGB/UTH, le revenu par travailleur diminue, en francs constants, à partir de 1974/75. Dans le même temps, le taux d'endettement (2) évolue de 13 à 20 % par rapport au capital d'exploitation et le montant des remboursements (3) (comprenant 78 % de L.M.T et 22 % d'annuités foncières) passe de 13 à 27 % du revenu agricole.

L'évolution des résultats du groupe des exploitations moyennes révèle la même tendance, mais elle est moins défavorable, les résultats technico-économiques s'étant améliorés par rapport à une situation intiale moyenne. Ainsi, le revenu par ha SAU reste-t-il plus élevé en francs constants jusqu'en 1975/76 (indices des 4 dernières campagnes de 133, 106, 113, 62). Surtout, l'évolution du revenu par travailleur est nettement plus favorable, mis à part l'année de sécheresse, et ce groupe comble progressivement l'écart par rapport aux grandes exploitations : en 1971/72, la différence de revenu du travail et capitaux par UTH est de 10 000 F, elles s'annule en 1975/76 pour revenir à 7 400 F en 1976/77. La hausse des charges est en effet dans ce groupe un peu moins forte, tant par hectare que par travailleur, même si on observe là aussi une sensible augmentation des charges d'équipement, notamment frais financiers et amortissement des bâtiments. Il se construit en effet une stabulation libre pour vaches en 1974/75 et 2 hangars à fourrage et logement des jeunes en 1973 et 1975 (une autre stabulation pour vaches étant réalisée en 1977/78). L'endettement (2) initialement inexistant, s'accroît progressivement, pour atteindre 11 % en 6e campagne. Les remboursements d'emprunt (3) passent de 1,3 % du revenu agricole à 24 % : ils comportent en 1976/77, 78 % d'annuité foncière, l'agrandissement s'étant effectué, on l'a vu, essentiellement par achat de terre.

(2) foncier exclu.
(3) foncier inclu.

Graphique 1 :

EVOLUTION DE QUELQUES GROUPES D'ELEVAGES DE VACHES ALLAITANTES
EN ZONE HERBAGERE OU DE MONTAGNE
(Echantillons constants)



Revenu du travail et des capitaux par UTH : *Indice francs constants*

SL (18) (•)	100	290	91	171	197	127	
LIM^{g} (6) (×)	100	212	123	95	89	69	
LIM^{m} (6) (✱)	100	241	151	123	136	80	
CH (35) (○)	100	268	130	115			
(32) (□)	100				109	82	113

Références :

SALERS : 18 exploitations (dont 17 en croisement) (système Broutard) (surface moyenne : 95 à 120 ha)

Réf. : Etudes concertées : C.T.-G.R.E.F. (Riom), C.E.R. et E.D.E. Cantal, Laboratoire d'Economie de l'Elevage, I.N.R.A. Theix.

LIMOUSIN (*système Broutard*) : g : 6 grandes exploitations (dont 5 sur le Plateau de Millevaches) (surface moyenne : 94 à 118 ha)
m : 6 exploitations moyennes (48 à 62 ha)

Réf. : Etudes concertées : C.T.-G.R.E.F. (Riom), C.E.R. Corrèze, Laboratoire d'Economie de l'Elevage, I.N.R.A. Theix.

CHAROLAIS : 35 puis 32 exploitations de la Nièvre (systèmes variés, majorité vente en maigre) (surface moyenne : 106 en 1971 à 119 ha en 1977)

Réf. : Laboratoire d'Economie de l'Elevage, I.N.R.A. Theix (G. CARRERE, G. LIENARD, 1979).

N.B. : Les surfaces moyennes correspondent à la moyenne des groupes pour la 1ère année 1971 et la dernière année d'observation (1976 ou 1977).

CONCLUSION

L'évolution générale des revenus des producteurs de broutard est proche de celle que l'on peut observer dans d'autres groupes d'élevages de vaches allaitantes situés en zone herbagère, du Cantal et de la Nièvre, et ayant les mêmes surfaces moyennes, une centaine d'hectares de SAU (graphique 1).

On voit bien que les grandes exploitations limousines, qui avaient au départ d'excellents résultats, ont perdu progressivement leur supériorité économique.

L'analyse en montre bien les raisons. Les grandes exploitations combinaient initialement de nombreux atouts : - une excellente productivité économique du troupeau, provenant à la fois d'une productivité en veaux exceptionnelle et d'une bonne valeur de vente des produits (veaux lourds bénéficiant de prix élevés), performances d'autant plus remarquables que les conditions de milieu étaient difficiles (altitude, sol pauvre, plein air) ; - de faibles charges de structure provenant d'un coût du foncier très modeste, des charges d'équipement réduites à celles du matériel, grâce au plein air, et de l'inexistence des charges financières.

Malgré un accroissement très important du troupeau et de la productivité du travail (40 % UGB en plus par travailleur en 6 ans, mais l'évolution des autres groupes est analogue sur ce point), cette supériorité économique ne s'est pas maintenue. La productivité en veau a eu tendance à baisser par moindre fertilité des mères et mortalité des veaux accrue, ce qui peut être en partie la conséquence même de l'accroissement du troupeau (vieillissement des mères et surtout surveillance individuelle plus difficile). En outre, la valeur des veaux à la vente n'a pas évolué favorablement : l'écart de prix dont bénéficiait le Limousin en 1971/72 s'est atténué, les plus - values sur les ventes de génisses d'élevage se sont amoindries , les poids à la vente se sont réduits, situation qui risque de se maintenir à l'avenir compte tenu des pressions des acheteurs. En revanche, les charges de structure se sont accrues, à la fois sous l'influence de l'évolution générale des prix, qui a affecté plus particulièrement certains postes et que connaissent l'ensemble des éleveurs (foncier et surtout charges sociales et coût des services) et du fait de l'apparition de charges nouvelles provenant de la construction de bâtiments. Cette évolution risque de se poursuivre dans l'avenir (4), ce qui montre la nécessité de nouvelles évolutions.

De l'ensemble des résultats de cette étude, se dégagent des indications sur les orientations possibles pour les productions bovines de cette région.

- *Le passage de la production de veau de boucherie à celle de broutard est nécessaire à partir d'une certaine surface* (sans doute 25 à 30 ha selon l'altitude) (5). L'étude montre que ce passage *est assez difficile*, la transition exigeant plusieurs années, car il est nécessaire de remettre le troupeau progressivement ''en ordre'', regroupement des vêlages en hiver, effort sur la conformation du cheptel, etc... Il y a plusieurs années pendant lesquelles *la priorité doit être mise sur les investissements cheptel.* Pendant cette phase, la croissance du troupeau, qui est rendue possible par l'allègement du travail et le sous chargement relatif de la surface fourragère, doit être faite avec le minimum de charges de structure, en particulier les charges bâtiments doivent être minimisées.

Pendant cette phase de développement, surtout si l'éleveur adopte le plein air - ce qui contribuera à améliorer les performances zootechniques après adaptation - la croissance du cheptel peut être assez rapide, comme le montre l'évolution des exploitations moyennes, *à condition que la trésorerie le permette.* Pendant cette phase, les investissements à faire, en complément du cheptel, concernent plutôt le matériel de récolte des fourrages, car il faut faire face à de plus grandes quantités.

- Lorsque le troupeau est constitué, que le chargement atteint 1 à 1,30 selon les zones, les choix deviennent plus difficiles et dépendent beaucoup de la localisation de l'élevage:

. dans les secteurs où **l'agrandissement est possible,** et là où il peut parfois apparaître **nécessaire,** pour assurer la mise en valeur d'un territoire qui doit rester ouvert à l'homme, comme c'est le cas de certaines zones de montagne, *un système relativement extensif* est sans doute à conserver.

(4) Faute de moyens, l'étude n'a pu être prolongée au-delà du 1/5/1977.

(5) A défaut d'envisager la production laitière. Cette option est d'ailleurs envisagée par un certain nombre de responsables professionnels de la Corrèze. On le comprend lorsque l'on compare les revenus obtenus, en 1978, par différents groupes suivis par le Service Gestion de la Chambre d'Agriculture de Corrèze. Les producteurs de lait, avec 42 ha SAU et 23 ha par UTH, obtiennent pour une production laitière très moyenne (3 160 l de moyenne économique), un revenu agricole de 1 483 F/ha SAU et 38 200 F/UTH familial (revenu du travail 33 000 F/UTH), contre respectivement 533 F et 14 630 F (11 800 F) pour des producteurs de veau de boucherie sous la mère disposant également de 42 ha et 27 ha/UTH ; les producteurs de broutard, sur 65 ha (39 ha/UTH) obtiennent un revenu agricole de 824 F/ha et 32 400 F/UTH Familial (29 700 F de revenu du travail/UTH). 5 éleveurs laitiers sur 12 (40 %) obtiennent un revenu du travail supérieur à 40 000 F/UTH contre 12 sur 44 (27 %) en broutard et aucun sur 19 en veau de boucherie. Certes, les exploitations des 3 systèmes n'ont sans doute pas la même localisation mais les écarts sont trop importants pour ne pas refléter une certaine hiérarchie, d'ailleurs bien connue, dans le potentiel économique des différents systèmes.

L'étude montre clairement que le couple mère-veau ne peut pas supporter des charges importantes. Dans un système aussi spécialisé, il faut surveiller les charges, y compris la fertilisation minérale, qui, *complémentaire de la fertilisation organique,* doit *accompagner* la croissance et non la précéder. Il faut investir en matériel pour faire face au travail, le plus possible en commun. S'il est possible, le *plein air* est à conserver au mieux, au moins dans une première étape (6), ce qui signifie ne faire que les bâtiments vraiment indispensables (logement du foin ou de l'ensilage, logement des jeunes génisses qui méritent une attention particulière, case de vêlage, notamment pour les primipares, le logement des animaux malades et des réformes pouvant être assuré dans les bâtiments anciens).

- dans les régions où **l'agrandissement n'est ni possible, ni souhaitable,** la seule voie est de poursuivre l'intensification, notamment en faisant la place à l'ensilage d'herbe, et à l'ensilage de maïs lorsque sa culture est possible en bonne condition. Mais il faudra rentabiliser les dépenses qu'entraîne l'intensification fourragère par des productions qui ne soient pas uniquement celles du couple mère-veau. A ce niveau, les choix deviennent difficiles, car ils peuvent être très variables.

- Dans les zones basses, où les cultures sont possibles, en bonne condition, ce pourra être l'augmentation de la sole céréalière, à condition de pouvoir se mécaniser en commun ; la valorisation de la production céréalière pourra se faire, moins peut-être par l'engraissement des veaux mâles (mieux vaudrait produire alors du maïs ensilage) que par la production porcine - s'il n'est pas trop tard pour redévelopper une production porcine en Limousin. Des débouchés existent sur place, mais il faudrait sans doute proposer des modèles adaptés à une production qui resterait complémentaire.

On pourrait ainsi songer aux associations :
- vache allaitante, broutard, céréales, porc ;
- vache allaitante, broutard, céréales, cultures spéciales.

De telles associations existent d'ailleurs dans d'autres régions, comme par exemple en Ségala Aveyronnais, où vaches allaitantes, veau lourd, céréales, et porc ou cultures spéciales, permettent de dégager un certain revenu sur des surfaces moyennes de 30 à 40 ha.

- Le problème est plus difficile à résoudre dans les zones où les cultures de céréales ne permettent pas d'obtenir de bons rendements et où l'agrandissement possible reste limité.

Dans ce cas, *la valorisation de l'intensification fourragère* passe, nous semble-t-il, *par une utilisation différente des élèves.* Peut-être pas des mâles, du moins tant que le prix du maigre sera ce qu'il est ; en outre, l'engraissement des jeunes bovins limousins exige une production régulière de fourrages de bonne qualité, type maïs ensilage, complété par des céréales, ce qui ne sera pas le cas dans une grande partie de ce type de zone.

En revanche, les *génisses* non conservées pour le renouvellement et celles qui ne seraient pas aisément vendables comme reproductrices peuvent constituer un complément de ressource, qu'il faudrait mettre en valeur. L'objectif serait sans doute de mettre au point une production de génisses de boucherie d'un poids de *carcasse suffisamment lourd,* dépassant 330 kg, pour faciliter la commercialisation. Certains essais entrepris à l'I.N.R.A. et d'autres menés par l'E.D.E. de Corrèze en liaison avec l'I.T.E.B. montrent les potentialités de ce type de production, même si certains points techniques demandent à être précisés. Mais, s'agissant des génisses les plus légères au sevrage, il faudrait envisager d'emblée la production de génisses de 30 à 33 mois. L'avantage de ce type de production serait de bien tirer parti d'une herbe de qualité, herbe pâturée et ensilage d'herbe fait avec les meilleures techniques. ''Donnant un sens'' à l'intensification fourragère, ce type de production permettrait en tout cas d'accroître plus facilement le chargement des exploitations, sans trop accroître le nombre de mères, et sur un plan économique, il introduirait un début de diversification permettant aux éleveurs d'être moins dépendants des fluctuations des cours des veaux de 9 mois.

(6) On peut concevoir qu'une fois le troupeau constitué, et grâce à un certain autofinancement disponible, certains éleveurs de l'échantillon aient pu, après plus de vingt années de pratique du plein air, entreprendre la construction de stabulation libre pour leurs vaches, afin de faciliter leur travail.

ANNEXE

COMPARAISON DE TROIS GROUPES D'EXPLOITATIONS SELON LA SURFACE POUR LA CAMPAGNE 1976/77

Pour le dernier exercice 1976/77, nous disposons d'une comparaison entre 20 exploitations (dont les 12 précédentes suivies depuis 1971/72), réparties en 3 classes de surface (tableau 3).

- Groupe I : 7 ''petites exploitations'' de 35 à 50 ha SAU. Ce groupe comprend de nouvelles exploitations passées du système VB à la production de broutard depuis peu et qui sont encore en phase de transition. La main-d'oeuvre est presque exclusivement familiale. L'intensification fourragère est variable d'une exploitation à l'autre, mais un certain nombre d'exploitations sont en cours d'augmentation de troupeau (taux d'accroissement du troupeau de vaches : 5,3 % en moyenne pour le groupe).

- Groupe II : 6 exploitations de 55 à 80 ha dont 5 produisent des broutards depuis plus de 5 ans. La main-d'oeuvre est un peu plus importante, 15 % est salariée. L'intensification fourragère est plus élevée. Certaines exploitations viennent de s'agrandir et beaucoup de troupeaux sont en phase d'augmentation (taux d'accroissement du troupeau de vaches : 6 % en moyenne de groupe).

- Groupe III : constitué des 6 grandes exploitations suivies depuis 1971/72. Elles pratiquent le système depuis longtemps. Comme l'a montré l'analyse précédente, elles ont beaucoup accru le cheptel les années précédentes et se retrouvent en phase de stabilité (taux d'accroissement de - 1,3 %). Le chargement relativement modeste s'explique en partie par la localisation de 5 d'entre elles sur le Plateau de Millevaches. La main-d'oeuvre comporte 19 % de salariés.

I - PRODUCTIONS BOVINES ET FOURRAGERES

1) - Résultats techniques

La productivité en veau est bonne dans l'ensemble des 3 groupes, essentiellement grâce à une faible mortalité des veaux. La fin de l'hiver a été favorable (mais pas le printemps). Le groupe I compense un taux de gestation assez faible (90,5 %) par une mortalité des veaux très basse (3,9 %). Le regroupement des vêlages est également excellent dans les 3 groupes puisque la proportion de vêlage de janvier à avril est de 84,5 % en I, 73,7 % en II et 89 % en III.

En revanche, le prix de vente des veaux est réduit, à la fois parce que la proportion des reproducteurs a baissé et du fait de la sécheresse qui a freiné la croissance des veaux et perturbé la commercialisation. La situation est sur ce point assez différente selon les groupes. C'est finalement le groupe I moins en altitude, qui a le mieux vendu dans toutes les catégories. Les poids de vente sont moins affectés par la sécheresse, surtout par rapport à III, les ventes ont été faites plus tôt, en partie avant la chute des cours, et dans de meilleures conditions que pour les groupes III et II, dans ce dernier groupe, certains exploitants ont été très pressés par la sécheresse.

2) - Résultats économiques du troupeau

Les charges proportionnelles bovines sont exceptionnellement élevées cette année. Elles sont constituées pour près des 3/4 par des charges d'alimentation, pour près d'un quart par des achats d'aliments grossiers, inexistants les années précédentes.

Le groupe I a les résultats les plus élevés tant par UGBB que par ha SFP, grâce à de bons prix de vente associés à une productivité et un chargement satisfaisants.

Le groupe II a la marge bovine finale la plus faible (300 F de moins que celle de I) ; cela provient essentiellement des poids et des prix de vente très médiocres, mais le chargement important (qui a pu d'ailleurs gêner certains éleveurs en cette année difficile) permet de relever un peu les résultats par ha de surface fourragère.

TABLEAU 3

CARACTERISTIQUES DES EXPLOITATIONS ET RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1976/77

	I (7)	II (6)	III (6)
- Limites de surface (ha)	35 à 55	55 à 85	85 à 160
- *% en surface fourragère principale*	*97*	*95*	*96*
- Capital d'exploitation (F/ha)	7 792	7 286	6 269
. *dont % en cheptel vif*	*73*	*75*	*74*
- Main-d'oeuvre (UTH)	1,60	1,84	2,35
- U.G.B. bovines / exploitation	45,7	72,2	102,7
- U.G.B. / ha S.F.	1,09	1,14	0,91
- *Taux de productivité globale (%)*	*84,5*	*86,6*	*86,2*
- Nombre de veaux vendus à 7-9 mois	19,6	31,2	48,5
- Poids connu des veaux mâles (kg)	277	268	259
- Prix moyen des mâles maigres (F/tête) ..	2 717	2 484	2 603
- Produit bovin (F/UGBB)	2 382	1 815	2 213
- Charges proportionnelles bovines (F/UGBB)	522	331	629
- Marge bovine (F/UGBB)	1 860	1 481	1 583
- Marge bovine finale (F/UGBB)	1 577	1 277	1 295
- Marge brute finale de la SFP/ha SFP	1 735	1 404	1 217
- Produit brut total (F/ha SAU)	2 797	2 199	2 132
- Charges proportionnelles (F/ha SAU)	845	613	782
- Marge brute globale (F/ha SAU)	1 952	1 586	1 350
- Charges de structure réelles (F/ha SAU)	1 018	811	695
- Revenu agricole (F/ha SAU)	934	775	655
- Revenu du travail et des capitaux propres : . F/ha SAU	790	715	610
. F/UTH	21 570	26 025	30 668

Le groupe III obtient un produit par UGBB presque équivalent à celui de I, la très bonne productivité en veau compensant en partie les prix de vente plus faibles, mais les charges notamment les dépenses de concentré réduisent fortement les marges. Du fait du chargement médiocre, la marge par ha SFP est la plus faible.

II - RESULTATS ECONOMIQUES GLOBAUX

Ces résultats reprennent pour l'essentiel ceux de la surface fourragère qui constitue 95 % ou plus de la SAU. Les charges de structure réelles par hectare s'accroissent de près de 50 % des grandes exploitations aux petites. Néanmoins, le revenu agricole et le revenu du travail et des capitaux propres par ha SAU diminuent lorsque la surface augmente, de 25 à 30 % du groupe I au groupe III.

Mais les résultats par UTH varient en sens inverse, le revenu du travail et des capitaux propres est dans les grandes exploitations de 50 % plus élevé que dans les petites.

Pour cette campagne, les aides représentent une part vitale du revenu : de 25 % pour G III à 32 % pour G.I.

III - CONCLUSION

Ce groupe d'éleveurs a manifestement souffert des conditions climatiques de la campagne 76/77. La sécheresse estivale 76 qui s'est faite particulièrement sentir sur les sols légers et filtrants (Plateau de Millevaches) s'est combinée avec les effets d'un printemps 77 humide et froid retardant la pousse de l'herbe, surtout en altitude. Malgré ces handicaps qui les ont plus particulièrement affectées, les grandes exploitations d'altitude ont réussi à dégager un revenu par travailleur plus élevé que les petites exploitations. Celles-ci, pour remonter leur handicap de surface, doivent encore accroître le cheptel en poursuivant leur effort d'intensification fourragère. Ces résultats montrent surtout qu'avec la vache limousine, le système de production broutard bénéficie d'importantes économies d'échelle. L'évolution générale des résultats du groupe III montre cependant qu'il rencontre lui aussi des limites, l'augmentation de la productivité du travail sur lequel il repose ne pouvant s'accroître indéfiniment sans augmentation importante des charges, l'évolution générale de charges rendant de plus en plus difficile le maintien des systèmes extensifs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

C.T.-G.R.E.F. Clermont-Fd, S.U.A. Comptabilité Gestion de la Chambre d'Agriculture de la Corréze, Service Economique de la Chambre d'Agriculture de la Creuse, Laboratoire d'Economie de l'Elevage I.N.R.A. Theix. *Etude économique de la production de veau de lait en Limousin* (*campagnes 1971/72, 1972/73, 1973/74*). 3 volumes + 2 volumes.

C.T.-G.R.E.F. Clermont-Fd, S.U.A. Comptabilité Gestion de la Chambre d'Agriculture de la Corrèze, Laboratoire d'Economie de l'Elevage I.N.R.A. Theix, *Etude économique de la production de jeunes bovins Limousins à engraisser* (*campagnes 1971/72 à 1976/77*). 6 volumes + 4 volumes.

DESTHIEU B., 1968. Thèse.

LIENARD G., BAUD G., 1978. Quel avenir pour le veau de boucherie en zone herbagère ? Son évolution en Auvergne et Limousin. in *''Le Veau de Boucherie''*, Suppl. au Bull. Techn. CRZV Theix, INRA 135-146.

SERPIA Midi-Pyrénées, C.T.-G.R.E.F. Clermont-Ferrand, Office de Gestion et de Statistiques Agricoles de l'Aveyron, Laboratoire d'Economie de l'Elevage I.N.R.A. Theix. *Etude économique d'exploitations productrices de veaux lourds aveyronnais* (*campagnes 1976/77 et 1977/78*). 2 volumes + 2 volumes.

SERPIA Limousin (R. PELETTE), 1980. *Notes sur les productions limousines, préparatoires au VIIIe Plan* (12 pages).

Service d'Utilité Agricole Comptabilité Gestion, C.A. Corrèze, 1980. *Résultats économiques de l'exercice 1978* (35 pages).

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1980 (40) 51-60.

INFLUENCE D'UN APPORT DE MONENSIN SUR LA CROISSANCE ET L'ENGRAISSEMENT DE JEUNES TAUREAUX OU DE JEUNES BOEUFS AU PATURAGE, PUIS A L'AUGE

C. BERANGER*, A. MULLER**, R. JAILLER*
avec la collaboration de G. PECATTE, Y. GALLARD et G. CUYLLE

* *Laboratoire de la Production de Viande*
** *Domaine Expérimental, I.N.R.A. du PIN AU HARAS*

De nombreux travaux ont montré que l'incorporation d'un antibiotique, le Monensin (1), aux rations d'engraissement à l'auge (à la dose de 30 à 40 ppm), améliore l'efficacité alimentaire de ces rations pour la croissance des bovins, généralement en réduisant l'ingestion sans diminution de la vitesse de croissance (GEAY et al, 1977 ; HAWKRIDGE, 1978).

Quelques essais effectués au pâturage, aux U.S.A., en Europe, et même en France (E.D.E. de l'Eure), ont montré qu'on pouvait augmenter la vitesse de croissance de jeunes animaux au pâturage par l'apport de ''Rumensin'' (HAWKRIDGE, 1978 ; MULLER et al, 1979 ; STEWART et al, 1979 ; HILL et al, 1979). Cependant, les résultats des divers essais sont très variables (0 à 43 p.100 d'augmentation du gain), et ont généralement été obtenus sur des animaux ayant un croît faible ou modéré, inférieur à 800 g/j. Dans tous les cas, pour apporter le ''Rumensin'', une certaine quantité d'aliment concentré (0,5 à 3,0 kg/j) ou un mélange liquide ou de sels minéraux offert à volonté ont été distribués en supplément de l'herbe pâturée.

Au Domaine I.N.R.A. du Pin au Haras (Orne), dans un essai réalisé au pâturage en 1976, dont la durée a été réduite à 65 jours par la sécheresse exceptionnelle de cet été là, nous n'avons observé aucun effet d'un apport journalier de 200 mg de ''Rumensin'' sur la croissance de jeunes taureaux pâturant de bonnes prairies, et recevant 1 kg de céréales en complément. En revanche, des animaux semblables, recevant la même ration avec de l'herbe coupée et distribuée à l'auge, et 200 mg de ''Rumensin'' en supplément, ont eu un croît supérieur de 18 p.100 à celui des témoins, accompagné d'une légère réduction des quantités d'herbe ingérées.

Nous avons repris en année normale (1978) ce type d'expérimentation uniquement au pâturage, en utilisant 52 jeunes taureaux répartis en 3 lots de 16-18 animaux : un lot témoin a pâturé de l'herbe seule, un second lot a reçu en complément de ce pâturage 1,5 puis 3 kg de céréales par jour, le troisième lot conduit comme le second a reçu 200 mg/j de ''Rumensin'' en supplément durant toute la saison de pâturage. En utilisant dans cet essai des animaux de races Frisonne et Normande, races précoces, nous espérions pouvoir ainsi ''finir'' les animaux des deux lots complémentés à 18-20 mois et comparer les résultats à ceux du lot témoin, nécessairement ''finis'' à l'auge l'hiver suivant. Comme cinq animaux seulement ont été jugés suffisamment gras pour être abattus à l'automne, les animaux des 3 lots ont été finalement engraissés à l'auge en début d'hiver, les animaux du 3ème lot continuant à recevoir du ''Rumensin'' dans leur ration.

Nous avons poursuivi les essais sur ce thème en 1980, dans des conditions moins favorables que celles du Domaine du Pin au Haras, en utilisant cette fois des animaux castrés de race Salers, pâturant des prairies d'altitude (1300 m), de qualité très moyenne, et ne recevant en complément qu'un kg de céréales par jour (pour permettre la distribution de ''Rumensin''). Comme les précédents, ces animaux ont dû être presque tous ''finis'' à l'auge entre 20 et 22 mois.

(1) Le ''Rumensin'' est une marque déposée ELI LILLY and Co (U.S.A.), correspondant au produit Monensin, antibiotique issu d'une souche de Streptomyces Cinnamonensis.

MATERIEL ET METHODES

Expérience I :

52 mâles entiers âgés d'environ 14 mois et pesant 418 kg avant la mise à l'herbe ont été répartis en 3 lots comportant chacun 9 animaux Frisons et 9 animaux Normands (8 pour le lot témoin).

Les trois lots ont pâturé simultanément en rotation des parcelles comparables de prairies à base de Ray-Grass Anglais, recevant 200 g d'azote/ha, exploitées aux bons stades. Ils ont effectué 6 passages par parcelle au cours de la saison qui a duré 209 jours.

- le lot témoin T n'a reçu aucun complément au pâturage.
- le lot C a reçu un aliment concentré en complément du pâturage, à raison de 1,5 kg par animal et par jour du 11/5 au 23/7, puis de 3 kg jusqu'au 9/11.
- le lot C R a reçu la même complémentation que le lot C, mais contenant 200 mg/j de ''Rumensin'' à partir du 27/5.

L'aliment concentré, sous forme de granulés, comprenait 97 p.100 de maïs, 3 p.100 de mélasse pour faciliter l'ingestion de l'aliment du lot C R qui comportait en outre 133, puis 66,7 mg de ''Rumensin'' par kg. Cet aliment était distribué chaque matin dans des auges placées sur le sol. A partir du 9/11, les animaux ont été rentrés en stabulation libre et ''finis'' à l'auge avec un régime à forte concentration énergétique (ensilage de maïs à volonté, 2,5 kg de pulpes déshydratées, 3 kg d'aliment concentré), à l'exception de 5 animaux abattus à la fin de la période de pâturage. Les lots d'animaux initiaux ont été maintenus, les taureaux du lot C R recevant dans leur ration 350 mg/j de ''Rumensin''.

Les 26 taurillons Normands avaient été élevés au pis de vaches nourrices et à l'herbe l'été précédent. Ils ont reçu durant l'hiver une ration à base d'ensilage de maïs qui leur a permis un croît de 1130 g/j (+162) en 145 jours ; ils pesaient en moyenne 430 kg le 12/4 à l'âge de 14,5 mois.

Les 26 Frisons ont été sevrés précocément et ont pâturé ensuite des prairies de Ray-Grass en recevant 1 à 2 kg d'aliment concentré en complément. Durant l'hiver, ils ont reçu le même régime que les taurillons Normands, réalisant un croît de 974 g/j (+111) ; ils pesaient en moyenne 407 kg le 12/4 à l'âge de 13,5 mois.

Les lots ont été constitués avant la mise à l'herbe après pesée des animaux, 2 jours consécutifs, sur un même régime hivernal, en fonction de la race, du poids vif et du croît depuis la naissance.

En cours d'essai, un taureau Normand du lot T a dû être éliminé par suite d'une intoxication alimentaire et un Normand du lot C et un Frison du lot C R ont été abattus en cours d'été à la suite de blessures accidentelles.

5 taurillons (3 du lot C et 2 du lot C R), jugés suffisamment gras, ont été abattus à la fin de la saison d'herbe après la dernière pesée expérimentale, le 13 Octobre.

Les 44 animaux restants ont été abattus après leur finition à l'auge. Tous ont été transportés du Pin au Haras à Theix pour y être abattus après une période de repos de 4-5 jours. Dans les lots C et C R ; lorsque l'état d'engraissement a été jugé satisfaisant, on a abattu simultanément un animal de chaque race et de chaque lot. Les animaux du lot T, plus légers en fin de saison d'herbe, ont été engraissés plus longtemps afin d'atteindre avant le départ à l'abattoir le même poids vif en moyenne que les deux autres lots.

Expérience II :

30 mâles de race Salers, âgés de 14 mois, ayant été castrés à 13 mois, et pesant 454 kg avant la mise à l'herbe, ont été répartis en deux lots de 15 animaux.

Les deux lots ont pâturé, en alternance, durant 4 mois, deux parcelles (12 et 15 ha) de prairies naturelles de qualité moyenne, à un faible chargement ; ce qui leur a assuré sans cesse de l'herbe de bonne qualité.

- Le lot I (Témoin) a reçu, en complément de l'herbe pâturée, 1 kg de maïs grain.
- Le lot II (Rumensin) a reçu, en complément de l'herbe pâturée, 1 kg de maïs grain comportant 200 mg de ''Rumensin''.

Cet aliment était distribué chaque matin dans des auges placées au bord de la parcelle.

A partir du 4 Octobre, les animaux ont été rentrés en stabulation libre, pour être ''finis'' à l'auge, à l'exception de 3 animaux de chaque lot, abattus à la fin de la période de pâturage. Ils ont reçu un régime à forte concentration énergétique (pulpes déshydratées à volonté, 2 kg de foin de pré, 1 kg de maïs grain, 1 kg de tourteau). Les lots initiaux ont été maintenus, les animaux du lot II continuant à recevoir 200 mg/j de ''Rumensin'' dans le maïs.

Les 30 bouvillons arrivés à l'automne 1978 à Theix, provenant des Domaines expérimentaux de Laqueuille (Puy-de-Dôme) et Marcenat (Cantal) avaient participé durant l'hiver à un essai sur l'utilisation du lactosérum dans l'alimentation des taurillons. Ils avaient reçu une ration à base d'ensilage de maïs, complémentée en énergie, soit par du lactosérum liquide pour un lot, soit par de l'orge pour l'autre lot, leur ayant assuré respectivement un croît journalier durant 90 jours de 944 g et 1057 g. Ces animaux ont été castrés en fin d'hiver (6 Mars 79) au poids moyen de 432 kg.

La mise à l'herbe a eu lieu le 11 Avril et à un poids moyen de 454 kg. Les bouvillons ont été conduits en un seul troupeau sur des prairies situées à une altitude de 500 m, jusqu'au 5 Juin 79 - date de leur montée en estive dans les Monts Dores à 1300 m d'altitude. Les lots ont été constitués à partir de la 1ère pesée à l'estive, en fonction de leur poids vif et du croît journalier durant l'hiver précédent.

En cours d'essai, nous nous sommes aperçus qu'un animal du lot II était mal castré.

3 bouvillons de chaque lot, jugés suffisamment gras lors de la dernière pesée expérimentale à l'herbe, le 3 Octobre 79, ont été abattus à la fin de la saison d'herbe, le 4 Octobre 79.

Les 23 animaux restants ont été abattus après leur finition à l'auge, lorsque l'état d'engraissement a été jugé satisfaisant indépendamment des lots.

MESURES

Les animaux ont été pesés avant la mise à l'herbe, 13 jours après la mise à l'herbe dans l'expérience I ou en début d'estive, 8 jours après la montée, dans l'expérience II, puis tous les 28-29 jours au cours du pâturage jusqu'au 13/10 ou au 3/10 respectivement pour les expériences I et II. Les animaux ont en outre été pesés après une période de trnsition à l'auge et avant le départ à l'abattoir, et toutes les semaines dans l'intervalle. Ces pesées étaient effectuées chaque fois 2 jours consécutifs dans l'expérience I et un seul jour dans l'expérience II.

Au pâturage, on a pesé les quantités d'aliment concentré distribuées chaque jour et on a mesuré les surfaces pâturées. Durant la finition à l'auge, les quantités d'ensilage distribuées et refusées ont été pesées 4 jours par semaine ; celles d'aliment concentré et pulpes sèches chaque jour.

A l'abattage, on a mesuré le poids vif vide, le poids de la carcasse et sa composition à partir des proportions d'os, muscles et dépôts adipeux de la ''11ème côte'' de chaque animal (GEAY, ROBELIN, BERANGER, 1976).

RESULTATS

Expérience I :

. *Période de pâturage* (tableau 1)

Les animaux ont bien consommé l'aliment concentré, dès sa distribution. L'aliment comportant le ''Rumensin'' a été ingéré sans difficulté, ni refus, moins vite cependant que l'aliment n'en contenant pas. La présence de mélasse, à raison de 3 p.100, a pû faciliter cette ingestion.

Entre les lots C et C R, aucune différence notable du gain de poids vif n'est apparue, aussi bien en première période avec un faible apport de concentré qu'en deuxième période lorsque les animaux recevaient 3 kg de concentré par jour. En revanche, l'apport d'aliment concentré a augmenté significativement le gain de poids vif des animaux par rapport à celui du lot témoin, en moyenne de 12 p.100, en particulier au cours de la seconde période.

Les cinq taureaux abattus à l'âge de 21 mois, en fin de saison d'herbe, qui paraissaient les mieux ''finis'', n'ont pas été suffisamment gras, ni ''couverts'' (tableau 4). Ils avaient cependant atteint un poids de carcasse suffisant pour une bonne commercialisation.

. *Période de finition à l'auge* (tableau 3)

Après une période de transition de 15 jours, il a suffi de deux mois d'engraissement en stabulation libre pour obtenir un bon état d'engraissement des taureaux précédemment complémentés au pâturage ; les animaux du lot témoin n'ont demandé que 4 jours de plus en moyenne pour atteindre le même poids et le même état que les autres.

Les gains de poids journaliers ont été très élevés, en particulier pour les animaux du lot témoin (15 p.100 de plus que les taureaux du lot C). Les animaux recevant du Rumensin (lot C R) ont eu un croît supérieur (de 8 p.100) à celui des animaux du lot C (+ 105 g/j).

Les quantités de maïs ensilé ingérées ont été plus élevées chez les animaux témoins non complémentés au pâturage (8 p.100 de plus par rapport au lot C). L'incorporation de ''Rumensin'' a fait diminuer les quantités ingérées : — 6 p.100 pour l'ensilage de maïs ; - 3,6 p.100 pour la matière sèche totale ingérée.

En raison de ces différences, l'efficacité alimentaire des animaux a été supérieure de 11 p.100 pour le lot C R recevant du ''Rumensin'' par rapport au lot C comparable, qui n'en a pas reçu. Les taureaux du lot témoin ont eu une efficacité bien supérieure à celle des taureaux du lot C (+ 9 p.100) complémentés au pâturage, mais cependant inférieure à celle des animaux ayant reçu du ''Rumensin''.

. *A l'abattage* (tableau 4)

Les taureaux ayant été abattus presqu'au même poids vif ont eu des poids vif vide, des poids de carcasse et des états d'engraissement non significativement différents selon les 3 lots. On peut toutefois noter que les taureaux du lot témoin qui avaient une capacité d'ingestion plus élevée que les autres, ont eu un poids de contenu digestif apparent (poids vif au Pin au Haras en fin d'engraissement - poids vif vide à l'abattoir de Theix) plus élevé (16,2 p.100 du poids vif) que celui des autres lots (15,1 p.100), et par suite un poids de carcasse un peu plus faible. Les animaux ayant reçu du ''Rumensin'', ont eu un rendement vrai en carcasse supérieur de 1 point (2 points pour les quelques animaux abattus en fin de pâturage), et par suite un poids de carcasse légèrement supérieur à celui des animaux du lot C ; ils ont également présenté un état d'engraissement légèrement supérieur à celui des taureaux du lot C.

Expérience II :

. *Période de pâturage* (tableau 2)

Un animal du lot recevant du ''Rumensin'', mal castré, étant présent pendant la saison de pâturage, et éliminé au début de l'engraissement à l'auge, n'a pas été retenu dans l'analyse des résultats.

Les animaux ont bien consommé le maïs. Dès sa distribution, le maïs comportant le ''Rumensin'' a été rapidement ingéré.

Une différence de vitesse de croissance entre les 2 lots apparaît nettement jusqu'à la pesée du 6 Septembre. La pesée du 3 Octobre, effectuée dans de mauvaises conditions, met en évidence un écart beaucoup plus faible, mais cette pesée peut être corrigée par la pesée du 16 Octobre, effectuée au début de la période d'auge, qui met en évidence une différence très importante de reprise de poids entre les 2 lots : 2,82 p.100 du poids vif pour le lot témoin contre 5,16 p.100 pour le lot recevant du ''Rumensin''. Si on admet que la reprise de poids en cours de transition aurait dû être la même dans les 2 lots, le lot II aurait pesé 581,6 kg le 3 Octobre 79. Cette différence de reprise de poids est liée aux variations de contenus digestifs survenues sans doute entre les lots, à la pesée du 3 Octobre ; cela nous est confirmé par le fait que les quelques animaux abattus en fin de saison de pâturage ont eu un rapport poids vif vide/poids vif le 3 Octobre, différent selon les lots (83,5 p.100 pour le lot I et 84,2 p.100 pour le lot II).

L'apport de ''Rumensin'' a donc augmenté significativement le gain de poids vif des animaux par rapport à celui du lot témoin (21 p.100) sur l'ensemble de la période expérimentale au pâturage.

Les 3 animaux de chaque lot, abattus à la fin de la saison d'herbe, apparaissent être les plus gras. Cependant, leur poids de carcasse a été trop léger et leur état d'engraissement un peu faible pour être bien commercialisés (tableau 4).

. *Période de finition à l'auge* (tableau 3)

TABLEAU 1

GAIN DE POIDS VIF ET QUANTITES D'ALIMENT CONCENTRE INGEREES AU PATURAGE DANS L'EXPERIENCE I

(jeunes taureaux Frisons et Normands)

	LOT T	LOT C	LOT CR
Nombre d'animaux	15	17	17
Aliment concentré consommé (kg/animal) :			
. du 27/5 au 13/10*	0	310	310^{R}
. du 27/5 au 9/11	0	387	387^{R}
. du 14/4 au 9/11	54	468	468
Poids vif après mise à l'herbe (27/4) (kg)	396,4 ± 31,0	392,8 ± 30,0	398,2 ± 35,0
Poids vif en début d'essai (25/5) (kg)	423,3 ± 37,7	418,9 ± 36,1	426,7 ± 38,8
Poids vif en fin de pâturage expérimental (13/10) (kg)	559,5 ± 44,3	582,8 ± 45,3	590,6 ± 46,0
Gain de poids journalier (g) :			
. 1ère période : 25/5 - 21/7	1077	1196	1184
- 57 j : 1,5 kg/j de concentré	± 214	± 254	± 222
. 2ème période : 21/7 - 13/10	889	1139	1148
- 84 j : 3,0 kg/j de concentré	± 163	± 148	± 158
. Période expérimentale totale	966	1167	1172
- 141 j	± 123	± 146	± 99
. Période de pâturage de la mise à l'herbe au 13/10 *	965	1124	1139
- 169 j	± 151	± 145	± 116

R Concentré contenant du "Rumensin.

* 13/10 : Départ à l'abattoir de 5 animaux expérimentaux.

N.B. : La climatologie défavorable au début du printemps a contraint de complémenter les trois lots d'animaux à raison de 2 kg/j et par tête, du 14/4 (mise à l'herbe) au 10/5. Après cette date, le lot Témoin T n'a plus reçu de concentré. Le Rumensin a été incorporé au concentré du lot CR à partir du 27/5, en raison des délais de fabrication.

TABLEAU 2

GAIN DE POIDS VIF REALISE AU PATURAGE DANS L'EXPERIENCE II

(jeunes boeufs Salers)

	LOT I TEMOIN	LOT II RUMENSIN
Nombre d'animaux	15	14
Poids vif en début d'essai le 13/6/79 (kg)	477,3 ± 24,2	477,3 ± 24,0
Poids vif le 11/7/79 (kg)	504,0 ± 29,8	510,0 ± 26,9
Poids vif le 9/8/79 (kg)	527,1 ± 31,4	538,6 ± 25,5
Poids vif le 6/9/79 (kg)	544,9 ± 31,9	557,6 ± 27,2
Poids vif à la fin de la saison de pâturage le 3/10/79 : - mesuré (kg)	563,3 ± 30,2	568,2 ± 24,8
- corrigé (kg)	563,3 ± 30,2	581,6 ± 25,4
Gain de poids journalier (g/j) :		
- 1er mois (13/6 - 11/7 : 28 jours)	952 ± 352	1173 ± 238
- 2è mois (11/7 - 9/8 : 29 jours)	798 ± 315	980 ± 349
- 3è mois (9/8 - 6/9 : 28 jours)	633 ± 277	679 ± 231
- 4è mois (6/9 - 3/10 : 27 jours) (gain corrigé)	684 ± 371	887 ± 290
- Période expérimentale totale : 112 jours (gain corrigé)	768 ± 104	931** ± 131
Quantité totale consommée de maïs grain (kg)	110	110

** *Différence significative* $P < 0,001$.

TABLEAU 3 PERIODE DE FINITION A L'AUGE : GAIN DE POIDS VIF ET QUANTITES INGEREES

	EXPERIENCE I			EXPERIENCE II	
	LOT T	LOT C	LOT CR	LOT I	LOT II RUMENSIN
Nombre d'animaux	15	14	15	12	11
Poids vif en début d'engraissement (kg) (24/11)	604,1 ± 50,6	619,9 ± 50,8	615,0 ± 46,6	579,50 ± 27,8	593,6 ± 27,6
Durée de finition (j)	64,6 ± 13,8	60,1 ± 14,1	61,5 ± 14,6	21,0 ± 6,0	20,4 ± 5,8
Poids vif en fin d'engraissement (kg)	703,5 ± 54,7	701,6 ± 68,3	705,0 ± 54,6	602,8 ± 26,2	617,6 ± 35,1
Gain de poids journalier (g)	1559 ± 319	1356 ± 307	1461 ± 226	1109 ± 213	1176 ± 450
Quantités de matière sèche ingérées (kg/j)					
- maïs ensilé* (I) ou foin de pré (II)	7,79	7,20	6,77	1,40	1,52
- pulpes déshydratées	2,30	2,28	2,28	7,23	7,26
- concentré**	2,59	2,59	2,59	1,76	1,76
- totales	12,68	12,07	11,64	10,39	10,54
- par 100 kg de poids vif	1,94	1,83	1,76	1,76	1,74
- par kg de gain	8,13	8,90	7,97	9,74	9,07

*22 puis 32 p.100 de matière sèche corrigée des éléments volatils.

**Expérience I : 74 p.100 de maïs, 20 p.100 de tourteau de soja 50, 1 p.100 d'urée, 5 p.100 de composé minéral.

Expérience II : 50 p.100 de maïs, 25 p.100 de tourteau de soja 50, 25 p.100 de tourteau de colza.

TABLEAU 4 RESULTATS D'ABATTAGE

	EXPERIENCE I			EXPERIENCE II	
	LOT I	LOT C	LOT CR	LOT I TEMOIN	LOT II RUMENSIN
1. Animaux abattus en fin de pâturage					
Effectif	-	3	2	3	3
Poids vif vide (kg)	-	501,3	528,5	469,3	490,0
Poids de carcasse froide (kg)	-	329,8	357,3	300,7	320,3
Rendement vrai $\frac{\text{Carcasse chaude}}{\text{Poids vif vide}} \times 100$	-	67,1	69,0	65,4	66,7
Proportion de dépôts adipeux dans la carcasse (p.100)	-	12,5	10,5	12,7	13,7
2. Animaux "finis" à l'auge					
Effectif	15	14	15	12	11
Poids vif vide (kg)	589,7 ± *51,3*	595,2 ± *58,3*	597,5 ± *51,1*	527,5 ± *16,8*	544,6 ± *28,5*
Poids de carcasse froide (kg)	388,7 ± *37,6*	392,9 ± *44,8*	400,7 ± *40,2*	332,3 ± *11,9*	348,1* ± *20,5*
Rendement vrai (p.100)	67,2 ± *1,5*	67,4 ± *1,3*	68,3 ± *1,5*	64,3 ± *1,1*	65,2* ± *0,97*
Proportion de dépôts adipeux dans la carcasse (p.100)	16,1 ± *1,9*	15,4 ± *1,9*	16,1 ± *2,1*	14,7 ± *1,5*	14,8 ± *1,1*
Proportion de dépôts adipeux totaux dans le poids vif vide (p.100)	13,8 ± *1,9*	13,4 ± *1,9*	14,1 ± *2,0*	12,3 ± *1,2*	12,5 ± *0,9*

*Différence significative $P < 0,05$.

Après une période de 12 jours de transition, il a suffi de 3 semaines de finition en stabulation libre, pour obtenir un bon état d'engraissement. Cette période de finition a été de même durée pour les deux lots. Les gains de poids journaliers ont été corrects. Les animaux recevant le ''Rumensin'' ont eu un croît supérieur sans être pour autant significativement plus élevé. Contrairement aux autres essais, l'apport de ''Rumensin'' n'a pas fait diminuer les quantités ingérées. Malgré tout, l'efficacité alimentaire des animaux du lot II a été supérieure à celle des animaux du lot témoin sur cette très courte période.

. *A l'abattage* (tableau 4)

Les animaux ont été abattus pratiquement au bout d'une même durée moyenne d'engraissement, en fonction de leur poids et de leur finition. Les animaux du lot recevant du ''Rumensin'' ont eu des poids de carcasse et des rendements vrais significativement supérieurs à ceux du lot témoin. On peut noter que la proportion des dépôts adipeux dans la carcasse a été la même dans les deux lots.

Si on considère la période globale de 5 mois (154 jours), les animaux ayant reçu du ''Rumensin'' ont été abattus à un poids vif plus élevé de 15 kg, ont eu un rendement en carcasse supérieur de 1 point, et par suite un poids de carcasse supérieur de 16 kg à celui des animaux du lot témoin, pour un même état d'engraissement.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Dans le premier essai, avec des jeunes taureaux recevant un apport relativement élevé d'aliment concentré en complément du pâturage, l'apport de ''Rumensin'' n'a pas modifié la vitesse de croissance des animaux, ni permis de les ''finir'' à l'automne. Les résultats des deux premiers mois de pâturage sont voisins de ceux obtenus au Pin au Haras en 2 mois de pâturage au printemps 1976 avec le même type d'animaux.

Dans le second essai avec des bouvillons, sur des pâturages d'altitude de bonne qualité, mais avec un apport d'aliment concentré limité à 1 kg par jour, l'apport de ''Rumensin'' a augmenté nettement le croît journalier des animaux.

Ces résultats confirment la grande variabilité des réponses obtenues au pâturage lorsqu'on apporte du ''Rumensin'' aux animaux. On peut penser qu'au Pin au Haras, les jeunes taureaux qui ont un fort potentiel de croissance ont pu l'exprimer, grâce à la qualité et au mode d'exploitation du pâturage et à la complémentation en céréales, surtout en fin de saison. Le chargement utilisé a été de 3,8 animaux à l'hectare en moyenne, sur toute la saison de pâturage. C'est un chargement sensiblement inférieur à celui qui est pratiqué depuis 10 ans dans des essais semblables au Pin au Haras. Cela a pu contribuer à exprimer les potentialités de croissance des animaux. Il est possible que dans ces conditions, le niveau d'ingestion étant voisin du maximum possible, le ''Rumensin'' agisse comme à l'auge sur le niveau d'ingestion d'herbe, en le réduisant sans modifier la vitesse de croissance. Il faut toutefois remarquer qu'à l'auge, les mêmes animaux étaient encore capables d'exprimer leur potentiel de croissance très élevé et de réaliser en fin d'engraissement un croît supérieur à celui observé au pafurage ; dans ces conditions, l'apport de ''Rumensin' a amélioré le gain journalier de 8 p.100.

Dans le second essai, les bouvillons Salers ne pouvaient sans doute pas extérioriser leur potentiel de croissance, bien que le croît réalisé par le lot témoin soit déjà assez élevé (près de 800 g/j) pour ce type d'animal. L'apport de ''Rumensin'' a favorisé la croissance des animaux et a permis d'atteindre un niveau très élevé (930 g/j). Les animaux en fin d'estive étaient très lourds (580 kg) et capables de se ''finir'' très rapidement, pour produire à 21 mois et demi des boeufs de 620 kg fournissant des carcasses de 348 kg sans excès de gras.

Ces observations rejoignent celles qui ressortent de l'examen de la littérature indiquant que dans les essais où une augmentation du gain de poids a été observée au pâturage, sous l'effet du ''Rumensin'', les vitesses de croissance atteintes par les animaux se situaient entre 400 et 900 g/j, loin de leur potentiel maximum de croissance.

Durant la finition à l'auge, les taureaux de l'essai I recevant du ''Rumensin'' ont eu un gain de poids vif plus élevé, une ingestion plus faible et une efficacité alimentaire plus élevée que celle des taureaux comparables n'en recevant pas. Ils ont finalement produit des carcasses un peu plus lourdes et un peu plus grasses, ce qui confirme les données antérieures otenues sur boeufs, taurillons ou taureaux engraissés à l'auge (GEAY, BERANGER, 1977). Dans l'essai II, la période de finition a été trop courte (21 jours) pour mettre en évidence des différences importantes entre les 2 lots. Cependant, on observe un léger effet du ''Rumensin'' sur le gain journalier des boeufs, ce qui améliore leur efficacité alimentaire, le niveau d'ingestion étant resté le même pour les deux lots.

Il ressort de ces résultats que, dans le cadre du système de production de taureaux de 2 ans, l'utilisation de ''Rumensin'' au pâturage n'est pas justifiée, d'autant plus que l'intérêt d'une complémentation en aliment concentré, nécessaire pour l'apporter, ne présente aucun intérêt comme le confirme cet essai. En effet, le croît obtenu sans apport de céréales est déjà élevé, le gain supplémentaire coûte cher (10 kg de céréales/kg de gain) et est ensuite compensé par un croît plus élevé et une meilleure efficacité alimentaire durant la finition à l'auge. Cet apport de céréales serait intéressant s'il permettait de ''finir'' les animaux à 20 mois au pâturage comme nous l'espérions. Même les taureaux Frisons, très précoces, ayant réalisé un croît de 1140 g/j durant cinq mois et demi, ne se sont pas ''finis'' au pafurage, avec ou sans apport de ''Rumensin''. Il faut donc recourir à la production de taureaux de 24 mois, atteignant le poids de 700 kg et fournissant des carcasses de 400 kg en parfait état qui se confirme ici possible et intéressante.

En revanche, dans un système de production de boeufs de 2 ans, utilisant des pâturages de qualité moyenne, un léger apport d'aliment concentré comportant du ''Rumensin'' semble permettre d'atteindre des poids élevés à l'automne, entraînant une finition rapide à l'auge et des poids de carcasses suffisants pour une bonne commercialisation.

Pour mieux préciser l'intérêt du ''Rumensin'' au pâturage, il importe d'expérimenter à nouveau, avec différentes catégories d'animaux, dans des conditions moins favorables ou à différents niveaux de chargement à l'hectare. Il serait souhaitable de pouvoir analyser les résultats en mesurant simultanément les quantités d'herbe ingérées en zéro pâturage. Cependant, dans tous les systèmes de production, il serait souhaitable de pouvoir agir sans apport d'aliment concentré qui constitue une servitude et entraîne un coût généralement trop élevé pour être intéressant dans nos conditions d'exploitation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HAWKRIDGE J., 1978. Monensin dose response relationship under European condition. *Proceedings from European Congress for improved beef productivity* published by ELANCO PRODUCT LDT.

HILL G.M., REYNOLDS W.L., VERRET H.J., HARPEL R.A., 1979. Rumensin in a free-choice mineral feed for steers on spring and fall pastures. *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science,* vol. 30, n°575

HILL G.M., VERRET H.J., HARPEL R.A. and DAVIS J.H., 1979. Rumensin in a free-choice liquid supplement for grazing steers. *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science,* vol. 30, n°576.

GEAY Y., JOUANY J.P., BERANGER C., 1977. Utilisation du Rumensin pour l'engraissement des Bovins. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix* - I.N.R.A., 30, 73-78.

MULLER R.D., BROWN H., POTTER E.L., 1979. Monensin in self-fed dry supplements for pasture cattle. *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science,* vol. 30, n°615.

MULLER R.D., POTTER E.L., BROWN H., CARROLL L.H., and MEYER R.M., 1979. Value of energy supplementation and monensin for cattle on growing pasture. *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science,* vol. 30, n°616.

STEWART M., LIPSEY R.J., REBER B., 1979. Rumensin supplementation, back-grounding through the feedlot. *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science,* vol. 30, n°662.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1980 (40) 61-65.

LA DIGESTION CHEZ LE VEAU PRERUMINANT

R. TOULLEC * et P. THIVEND**

**Station de Recherches Zootechniques,*
65, rue de Saint Brieuc, 35042 RENNES Cedex

*** Laboratoire de la Digestion des Ruminants*

Après le colostrum, le veau préruminant reçoit du lait entier ou un lait de remplacement préparé à partir d'aliment d'allaitement. Jusqu'à ces dernières années, les aliments d'allaitement étaient essentiellement du lait dans lequel les matières grasses avaient été remplacées par des sources d'énergie plus économiques (lipides de substitution, poudre de lactosérum et produits amylacés). Le stade suivant de l'élaboration de ces aliments consiste à remplacer le lait écrémé par des sources de protéines moins coûteuses pour préparer de véritables ''laits synthétiques''.

L'alimentation lactée exclusive est poursuivie jusqu'à l'abattage si le veau est destiné à la production du veau de boucherie. Abattu entre 2 et 5 mois, à un poids vif variant de 100 à 250 kg, le veau de boucherie doit réaliser une croissance rapide et continue (supérieure à 1 kg/j entre la naissance et l'abattage) et fournir avec un rendement élevé (de l'ordre de 60 p.100) une carcasse bien conformée et suffisamment grasse, ainsi qu'une viande blanche. Des aliments solides sont très rapidement mis à la disposition du veau qui doit être sevré. Cependant, au cours des premières semaines qui suivent la naissance, le veau d'élevage demeure essentiellement préruminant car il ne peut consommer des quantités importantes d'aliments solides.

Le lait et les laits de remplacement passent directement dans la caillette, grâce au réflexe de rapprochement des lèvres de la gouttière oesophagienne (GUILHERMET et al, 1975). Le rumen n'est donc pas fonctionnel chez les animaux qui ne reçoivent pas d'aliments solides, ce qui explique la faible part du contenu digestif dans le poids vif (3 à 5 p.100), chez le veau de boucherie. Le veau préruminant se comporte comme un monogastrique fonctionnel. Cela pose des problèmes physiologiques particuliers, sans la connaissance desquels les aliments et leurs modalités de distribution demeurent empiriques.

LIPIDES

Les triglycérides alimentaires commencent à être hydrolysés dans la caillette, sous l'action de l'estérase prégastrique, qui est sécrétée par les glandes salivaires. *In vitro*, cette enzyme attaque plus rapidement les triglycérides contenant des acides gras courts, surtout de l'acide butyrique (HAMILTON et RAVEN, 1973). Néanmoins, même les triglycérides dépourvus de chaînes courtes, comme le suif, subissent une hydrolyse importante dans la caillette, puisque environ un quart de leurs acides gras peuvent y être libérés (TOULLEC et FELINSKI, 1971). L'activité lipasique du pancréas, rapportée à 100 kg de poids vif, est faible à la naissance, triple vers 8 j et évolue peu par la suite (HUBER et al., 1961). La lipase pancréatique libère plus rapidement les acides gras courts mais *in vitro* cette spécificité d'action semble moins nette que celle de l'estérase prégastrique (EDWARDS-WEBB et THOMPSON, 1977). La bile ne contient pas d'enzyme mais joue un rôle important dans la digestion des lipides ; cependant, l'évolution de sa sécrétion avec l'âge n'est pas connue. Contrairement à ce qui se passe chez le ruminant, l'insaturation des lipides alimentaires n'est pas modifiée au cours de la digestion et a donc une grande influence sur l'insaturation des graisses corporelles (TOULLEC et MATHIEU, 1969). La totalité des lipides apparemment absorbés dans l'ensemble du tube digestif le sont dans l'intestin grêle (VAN HELLEMOND et VAN WEERDEN, 1973).

TABLEAU 1 : DIGESTIBILITE DE QUELQUES GLUCIDES, LIPIDES ET PROTEINES CHEZ LE VEAU PRERUMINANT
(D'APRÈS LES RÉSULTATS DE MATHIEU, THIVEND, TOULLEC ET AL)

Produit	Teneur dans l'aliment (% de MS)	Digestibilité apparente
Glucides		
- glucose	17	0,99
- lactose	38	0,99
- maltose	17	0,97
- saccharose	17	0,73
- amidons crus :		
maïs	17	0,92
maïs	44	0,65
manioc	17	0,78
pomme de terre	17	0,59
- fécule de pomme de terre prégélatinisée	17	0,89
Lipides		
- matières grasses de lait (1)	21	0,97
- suif (1)	20	0,92
- suif (2)	19	0,78
- suif (3)	15	0,87
- suif (4)	15	0,93
- saindoux (1)	20	0,96
- huile d'arachide (1)	20	0,93
- huile de coprah (1)	20	0,96
- huile de palme (1)	17	0,95
Protéines (5)		
- lait écrémé sec	25	0,95
- lactosérum concentré par ultrafiltration	25	0,94
- poisson blanc hydrolysé	19	0,91
- poisson de Norvège	22	0,83
- levures d'alcanes	17	0,84
- levures lactiques	18	0,80
- bactéries cultivées sur méthanol	12	0,91
- soja cuit	18	0,74
- soja concentré	19	0,80
- pomme de terre	20	0,82
- féverole crue	10	0,72
- féverole infranisée	10	0,83
- féverole concentrée par turboséparation	12	0,78

(1) homogénéisés dans du lait écrémé concentré

(2) homogénéisé dans un mélange de lactosérum déprotéiné et de poisson de Norvège

(3) incorporé par voie sèche sans émulsifiant

(4) incorporé par voie sèche avec 3 % d'émulsifiant (80 % de saccharoglycérides + 20 % de lécithine)

(5) valeurs obtenues à partir de l'âge d'un mois

La digestibilité des lipides dépend des quantités ingérées, du moins jusqu'à l'âge de 3 semaines : le veau ne pourrait alors absorber plus de 5,4 g de matières grasses de lait par kg de poids vif et par jour (MYLREA, 1966). La digestibilité varie également selon la nature des lipides (tabl. 1). Les différences sont liées à la composition en acides gras et à la structure glycéridique des matières grasses. En effet, la digestibilité des acides gras diminue quand la longueur de chaîne augmente mais s'accroît avec le degré d'insaturation : la digestibilité des acides gras longs saturés est plus élevée lorsqu'ils sont en position interne dans la molécule de triglycérides (TOULLEC et MATHIEU, 1969 ; HAMILTON et RAVEN, 1973). Cela semble dû à la formation de savons de calcium insolubles par les acides gras longs saturés, qui restent beaucoup moins sous forme de monoglycérides s'ils sont en position externe. Les différences suivant la nature des lipides sont beaucoup plus importantes jusqu'à l'âge d'un mois que par la suite (TOULLEC et MATHIEU, 1969).

Quel que soit l'âge, la qualité de l'émulsion a une influence importante sur la digestibilité des lipides (tabl. 1). Les matières grasses ont généralement une digestibilité plus élevée quand elles sont homogénéisées dans du lait écrémé concentré (incorporation par voie liquide) que lorsqu'elles sont pulvérisées dans les autres constituants déjà pulvérulents de l'aliment (incorporation par voie sèche). Cela vient du fait que ce dernier procédé ne permet pas d'obtenir des particules aussi fines et une émulsion aussi stable. L'addition d'émulsifiants améliore la digestibilité des matières grasses incorporées par voie sèche, mais a peu d'effet dans l'autre cas, sauf chez le très jeune veau (RAVEN et ROBINSON, 1964 ; LADRAT et JOUSSELIN, 1965).

Le taux d'incorporation dans l'aliment a peu d'influence sur l'utilisation digestive ; des taux très élevés (supérieurs à 25 p.100) risquent cependant d'accroître la fréquence des diarrhées. Le remplacement des protéines du lait par des matières azotées moins digestibles peut avoir un effet dépressif sur l'utilisation digestive des lipides.

GLUCIDES

L'équipement enzymatique glycolytique du veau est relativement réduit. Seule, la lactase intestinale est présente en quantité importante dès la naissance ; son activité tend à diminuer avec l'âge mais demeure relativement élevée chez le veau préruminant au moins jusqu'à l'âge de 25 semaines (TOOFANIAN et al, 1974). L'hydrolyse du lactose s'effectue plus rapidement que l'absorption des produits de sa digestion (COOMBE et SMITH, 1973). L'activité amylolytique du suc pancréatique est faible à la naissance mais s'accroît jusqu'à l'âge de 2 mois (TERNOUTH et ROY, 1973) ; elle augmente quand l'aliment est enrichi en glucose (THIVEND, 1976). Il n'a jamais été mis en évidence d'amylase salivaire (FLIPSE et al, 1950), de saccharase intestinale (DOLLAR et PORTER, 1957) ni d'oligoα (1 - 6) glucosidase (CAPDEVILLE et al, 1967).

Cependant, les microorganismes du caecum et du colon peuvent jouer un rôle important dans la digestion du saccharose et des produits amylacés ; les acides gras volatils et l'acide lactique peuvent constituer jusqu'à 60 p.100 de l'énergie digestible de l'amidon (ASSAN, 1974). Cette digestion microbienne est intéressante, à condition toutefois qu'elle ne devienne pas excessive et ne soit pas à l'origine de diarrhées.

Le lactose, le maltose et le glucose ont une digestibilité très élevée (0,96 à 0,99), quelles que soient les quantités ingérées (tabl. 1). Lorsque l'aliment est normalement pourvu en lipides, le veau pourrait digérer jusqu'à 12 g d'équivalent hexose par kg de poids vif et par jour (équivalent hexose : poids de glucose + poids de lactose $\times$ 1,05) (cf revue de ROY, 1970). En revanche, le saccharose est mal utilisé. La digestibilité des amidons varie avec leur origine (les amidons de céréales sont plus digestibles que ceux de tubercules) et avec les traitements technologiques (prégélatinisation, destrinisation, hydrolyse enzymatique) qui ont surtout un effet favorable dans le cas des amidons difficilement hydrolysables à l'état cru (pomme de terre) ; elle augmente avec l'âge (jusqu'à 2 mois) et diminue si la proportion d'amidon cru dans l'aliment est supérieure à 15 %.

PROTEINES

La quantité de chymosine (enzyme de la coagulation du lait) présente dans la caillette est importante à la naissance, mais n'augmente pas avec l'âge, contrairement à celles de pepsine, d'acide chlorhydrique et de protéases pancréatiques (TERNOUTH et ROY, 1973 ; GARNOT et al, 1977). Les protéines de substitution (lactosérum, poisson, soja) ont un effet défavorable sur les sécrétions de chymosine et de protéases pancréatiques, ainsi que sur l'importance de la protéolyse dans la caillette ; comme elles ne coagulent pas dans la caillette, elles entraînent également une accélération de l'évacuation gastrique et de l'absorption des lipides et des matières azotées, dont l'intensité varie avec la nature des protéines et les traitements technologiques qu'elles ont subis (TOULLEC, THIVEND et MATHIEU, 1971).

Lorsque les protéines ingérées proviennent du lait, la fraction qui parvient à la fin de l'intestin grêle est quantitativement peu importance et semble être en majeure partie d'origine endogène, d'après sa composition en acides aminés. Avec les protéines de substitution, cette fraction augmente et comprend une proportion plus grande de protéines alimentaires ; par exemple, le peptidoglycane de la paroi des bactéries cultivées sur méthanol est peu digéré en amont de la valvule iléo-caecale (GUILLOTEAU, TOULLEC et PATUREAU-MIRAND, 1979).

La digestibilité des protéines du lait est très élevée (0,95 à 0,97) et augmente peu avec l'âge. Elle est généralement peu affectée par le séchage selon le procédé Spray (0,92 à 0,96) mais des traitements thermiques excessifs peuvent l'abaisser dans des proportions importantes (SHILLAM et ROY, 1963). La suppression de la coagulation a un effet défavorable sur la digestibilité des protéines et des lipides jusqu'à l'âge d'un mois (TOULLEC, FRANTZEN et MATHIEU, 1974). La digestibilité des protéines de remplacement augmente au cours du premier mois mais reste généralement inférieure à celle des protéines du lait (tabl. 1). Les valeurs les plus élevées (0,91 à 0,94) sont obtenues pour les protéines du lactosérum, celles du poisson ayant subi une hydrolyse enzymatique partielle et celles des bactéries cultivées sur méthanol. Les protéines végétales étudiées jusqu'à présent ont une digestibilité moins élevée ; les résultats obtenus avec le soja et la féverole sont améliorés par le chauffage (élimination des facteurs antitrypsiques) et la concentration (élimination d'une partie ou de la quasi totalité des glucides).

En conclusion, les connaissances actuelles sur les particularités de la digestion chez le veau préruminant mettent en évidence l'importance de l'âge et la nécessité d'adapter les animaux aux changements qualitatifs et quantitatifs. Elles permettent d'orienter le choix des sources d'énergie et de protéines, ainsi que des traitements technologiques à leur appliquer pour les rendre utilisables dans les aliments d'allaitement (cf texte sur les aliments d'allaitement utilisés par le veau de boucherie).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ASSAN E.B., 1974. Thèse Docteur-Ingénieur, Université de Clermont-Ferrand, Série 1, n°64.

CAPDEVILLE Y., FREZAL J., JOS J., REY J., LAMY M., 1967. *C.R. Acad. Sci.,* **264**, série D, 519-521.

COOMBE N.B., SMITH R.H., 1973. *Brit. J. Nutr.,* **30**, 331-344.

DOLLAR A.M., PORTER J.W.G., 1957. *Nature,* **179**, 1299-1300.

EDWARDS-WEBB J.D., THOMPSON S.Y., 1977. *Brit. J. Nutr.,* **37**, 431-440.

FLIPSE R.J., HUFFMAN C.F., WEBSTER H.D., DUNCAN C.W., 1950. *J. Dairy Sci.,* **33**, 557-564.

GARNOT P., TOULLEC R., THAPON J.L., MARTIN P., MINH-THU H., MATHIEU C.M., RIBADEAU-DUMAS B., 1977. *J. Dairy Res.,* **44**, 9-23.

GUILHERMET R., MATHIEU C.M., TOULLEC R., 1975. *Ann. Zootech.,* **24**, 69-79.

GUILLOTEAU P., TOULLEC R., PATUREAU-MIRAND P., 1979. *Ann. Biol., anim. Bioch. Biophys.,* **19**, sous presse.

HAMILTON R.K., RAVEN A.M., 1973. *J. Sci. Fd. Agric.,* **24**, 257-269.

HUBER J.T., JACOBSON N.L., ALLEN R.S. HARTMAN P.A., 1961. *J. Dairy Sci.,* **44**, 1494-1501.

LADRAT J., JOUSSELIN W., 1965. *Bull. Acad. Vét.,* **38**, 497-504.

MATHIEU C.M., BARRE P.E., 1964. *Anim. Biol. anim. Bioch. Biophys.,* **4**, 501-515.

MATHIEU C.M., THIVEND P., 1968. *Ann. Biol. anim . Bioch. Biophys.,* **8**, 249-271.

MATHIEU C.M., THIVEND P., BARRE P.E., 1970. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.,* **10**, 253-269.

MATHIEU C.M., DE TUGNY H., 1965. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.,* **5**, 21-39.

MYLREA P.J., 1966. *Res. Vet. Sci.,* 7, 394-406.

RAVEN A.M., ROBINSON K.L., 1964. *J. Sci. Fd. Agric.,* **15**, 214-227.

ROY J.H.B., 1970. *The calf,* vol. 2, 3ème édition, Iliffe, London.

SHILLAM K.W.G., ROY J.H.B., 1963. *Brit. J. Nutr.*, **17**, 171-181.

TERNOUTH J.H., ROY J.H.B., 1973. *Ann. Rech. Vet.*, **4**, 19-30.

THIVEND P., 1976. *Ind. Alim. Anim.*, **1**, 19-34.

TOOFANIAN F., KIDDER D.E., HILL F.W.G., 1974. *Res. Vet. Sci.*, **16**, 382-392.

TOULLEC R., FELINSKI L., 1971. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **11**, 315-317.

TOULLEC R., FRANTZEN J.F., MATHIEU C.M., 1974. *Ann. Zootechn.*, **23**, 359-364.

TOULLEC R., MATHIEU C.M., 1969. *Ann. Biol. animal. Bioch. Biophys.*, **9**, 139-160.

TOULLEC R., THIVEND P., MATHIEU C.M., 1971. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **11**, 435-453.

VAN HELLEMOND K.K., VAN WEERDEN E.J.H., 1973. *Proc. Nutr. Soc.*, **32**, 231-235.

Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A., 1980 (40) 67-69.

LES ALIMENTS D'ALLAITEMENT UTILISES PAR LE VEAU DE BOUCHERIE

P. THIVEND * et R. TOULLEC **

** Laboratoire de la Digestion des Ruminants*
*** Station de Recherches Zootechniques*
65, rue de St Brieuc 35042 RENNES Cedex

Chez la plupart des veaux de boucherie, l'alimentation lactée est assurée par des laits de remplacement. Ceux-ci sont préparés en diluant dans l'eau un aliment d'allaitement qui, à l'origine, était essentiellement composé de poudre de lait dans laquelle les matières grasses avaient été remplacées par des sources d'énergie moins coûteuses (lipides de remplacement, poudre de lactosérum, et amidons). Depuis quelques années de nombreux travaux réalisés en particulier à l'I.N.R.A. ont montré qu'il était possible de remplacer aussi une partie des protéines et du lactose de la poudre de lait écrémé par des produits de substitution (protéines animales ou végétales et produits amylacés). On s'est donc acheminé vers la mise au point de véritables laits synthétiques et la diminution du pourcentage de poudre de lait écrémé dans les aliments d'allaitement entre 1962 (70 %) et 1975 (54 %) a bien traduit cette évolution.

Cependant, depuis avril 1976, cette tendance s'est inversée puisque des mesures ont été prises pour accroître le taux d'incorporation de la poudre de lait dans les aliments d'allaitement afin de permettre une résorbtion des excédents laitiers. Dans ces conditions, l'utilisation des produits de substitution est actuellement fortement limitée.

Les aliments d'allaitement sont destinés à des jeunes mammifères qui sont fragiles et qui doivent effectuer une croissance souvent intensive. La mise au point de ces aliments n'a pu avoir lieu et leur évolution ne peut donc se poursuivre que grâce à l'emploi de procédés technologiques particuliers, permettant de les adapter aux différents stades physiologiques du veau.

LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS DES ALIMENTS D'ALLAITEMENT

. Les matières grasses

Le choix des matières grasses est fonction de leur composition en acides gras. La teneur en acides gras longs saturés doit être modérée, celle en acides gras polyinsaturés faible alors que la part des acides gras courts peut être relativement élevée. C'est pourquoi le suif, le saindoux, les huiles de coprah, de palmiste, de palme sont à préférer aux huiles de maïs, de tournesol, de soja ou de poisson trop insaturées. La technologie d'incorporation des matières grasses dans les aliments d'allaitement joue un rôle très important dans leur utilisation par le préruminant. Elle doit permettre d'obtenir des particules très fines. Deux techniques sont utilisées : la voie sèche (les matières grasses fondues sont mélangées aux autres constituants pulvérulents de l'aliment par brassage énergique) et la voie humide (les matières grasses fondues sont introduites dans le lait écrémé concentré, le mélange étant homogénéisé sous pression et séché). La voie humide permet d'obtenir une émulsion plus fine et des produits plus fluides que la voie sèche. Les particules obtenues après l'incorporation des matières grasses dans l'aliment doivent se maintenir en émulsion. On améliore la stabilité de l'émulsion en ajoutant des émulsifiants (lécithine de soja, monoglycérides, saccharoglycérides, etc...).

. **Les glucides**

Le lactose apporté par la poudre de lait écrémé et de lactosérum constitue le principal glucide des aliments d'allaitement, mais on peut utiliser également le saccharose en faible quantité (2 à 3 % de la matière sèche) et surtout les amidons et leurs dérivés qui remplacent avantageusement une partie des matières grasses de l'aliment dans les formules destinées aux veaux de boucherie abattus à un poids élevé (200 kg).

A des taux ne dépassant pas 4 p.100 de la matière sèche de l'aliment, les amidons de blé, de maïs et de manioc peuvent être utilisés à l'état cru. Leur digestibilité est excellente et ils se maintiennent bien en suspension au moment de la buvée. Au delà de cette concentration il est nécessaire d'utiliser des produits amylacés ayant subi un traitement technologique qui a pour but de favoriser l'action des enzymes digestives et d'améliorer la solubilité du produit. De nombreux traitements technologiques ont été proposés. Ils peuvent être d'origine mécanique (micronisation), hydrothermique (gélatinisation), enzymatique ou chimique (dextrinisation). Tous ces traitements aboutissent à une dégradation de l'amidon dont l'importance est fonction de l'intensité du traitement appliqué. La composition des amidons traités est de ce fait extrêmement variable. Ils contiennent généralement une part assez faible d'amidon peu dégradé et une proportion importante de dextrines solubles dans l'eau constituées de polymères du glucose linéaires et ramifiés dont la longueur de chaîne varie de 2 à 50 ou 60 unités glucose. Il peuvent également contenir du glucose.

Une formation trop importante de glucides à courtes chaînes (oligosides) n'est pas souhaitable si les quantités de produits amylacés traités introduits dans l'aliment sont élevées (supérieures à 10-12 p.100), car elle peut aboutir à des fermentations intestinales excessives qui sont à l'origine de diarrhées. Il est préférable d'obtenir à l'issue du traitement technologique un produit dont la vitesse d'hydrolyse par les enzymes du tube digestif est régulière, de telle sorte que les produits terminaux de la digestion puissent être absorbés au fur et à mesure de leur formation. La plupart des traitements technologiques modernes permettent d'obtenir de tels produits. On peut aussi, par mélange d'amidon cru, d'amidon traité et de glucides simples (glucose ou maltose) aboutir à un résultat analogue.

. **Les protéines**

Les sources de protéines incorporées dans les aliments d'allaitement doivent d'abord présenter un équilibre satisfaisant en acides aminés indispensables ou pouvoir être facilement supplémentées. Elles doivent de plus être appétibles, solubles ou faciles à maintenir en suspension, dépourvues de constituants peu digestibles (glucides complexes) ou indésirables (facteurs antinutritionnels) et enfin pauvres en fer si elles doivent être incorporées dans des aliments d'allaitement destinés au veau de boucherie.

Les protéines les plus intéressantes à ces égards sont celles du lait malgré leur légère carence en acides aminés soufrés. Il importe cependant que les traitements thermiques appliqués au lait écrémé ne soient pas excessifs sous peine d'altérer la valeur nutritionnelle de la fraction azotée. Parmi les autres sources de protéines qui sont actuellement incorporées dans les aliments d'allaitement, celles du lactosérum semblent être les mieux utilisées par le veau. Elles sont cependant légèrement déficientes en acides aminés soufrés et peut être en histidine et arginine. Par ailleurs, l'origine du lactosérum (doux ou acide), son mode de conservation, la présence éventuelle de neutralisants, d'antiseptiques, de nitrates, de nitrites, sont autant de facteurs à considérer quand on utilise ce produit. Les protéines de poisson sont pauvres en tryptophane et leur composition en acides aminés dépend des espèces utilisées et des traitements technologiques qu'elles ont subis. De plus, les concentrés protéiques de poisson doivent être délipidés.

Les protéines de soja et de levures d'alcanes sont riches en acides aminés indispensables et semi indispensables mais carencés en acides aminés soufrés et dans une moindre mesure en thréonine et en lysine (soja) ou en histidine (levures). Les levures lactiques sont moins bien pourvues que celles d'alcanes en la plupart des acides aminés indispensables et semi-indispensables. La graine de soja doit être décortiquée, délipidée, puis le tourteau obtenu est débarrassé des substances antinutritionnelles et éventuellement des glucides (saccharose et ∝ galactosides). Les levures d'alcanes (ou lactiques) doivent être éclatées avant d'être séchées pour empêcher leur développement ultérieur et pour les rendre plus digestibles. Elles présentent par ailleurs l'inconvénient d'avoir une partie de leurs matièrez azotées sous forme nucléique (environ 12 %). Enfin, parmi les autres sources de protéines végétales, celles de pomme de terre ont des teneurs élevées en acides aminés indispensables et semblent bien équilibrées à l'exception d'une légère déficience relative en lysine et histidine.

LES DIFFERENTS TYPES D'ALIMENT

Les aliments les plus utilisés actuellement sont ceux des types croissance, finition et unique (tableau). Le jeune veau de boucherie doit recevoir un aliment d'allaitement riche en protéines de bonne qualité (23 à 24 % des protéines digestibles par rapport à la matière sèche) et dont l'énergie est facilement disponible (lactose et matières grasses riches en acides gras courts). Les produits de substitution (amylaces et protéines autres que celles du lactosérum) sont à utiliser modérément.

Au-delà de l'âge de 2 mois, le veau peut recevoir des aliments de composition très différente. La teneur en protéines digestibles est plus faible (20 % de la M.S.) et les protéines animales (poisson) ou végétales (soja, levures...) peuvent se substituer éventuellement à celles d'origine laitière. Les produits amylacés peuvent également remplacer une partie des matières grasses et (ou) du lactose.

Ces modifications deviennent plus importantes s'il s'agit d'aliments d'allaitement distribués à des veaux destinés à être abattus à un poids élevé (200 kg et plus). Dans ces conditions, la teneur en lipides de l'aliment doit être réduite pour éviter un état d'engraissement excessif de la carcasse. On peut alors remplacer une fraction importante des lipides (jusqu'à 50 %) par des produits amylacés qui favorisent la protéinogénèse chez ce type d'animal et accroître également la part des protéines de substitution.

Les aliments d'allaitement actuels sont généralement bien utilisés par le veau. Néanmoins leur efficacité pourrait être encore accrue par une meilleure adaptation de leur composition aux besoins du veau ; ceux-ci varient notamment suivant l'âge de l'animal et la production à laquelle il est destiné. Cependant, la composition de ces aliments est souvent le corollaire de décisions économiques, ce qui explique la distorsion qui existe entre les formules d'avenir qui attendent d'être utilisées et la composition des aliments réellement commercialisés.

EXEMPLE D'ALIMENTS D'ALLAITEMENT POUR VEAU DE BOUCHERIE (CONSTITUANTS % MS)

Aliment de type	Démarrage	Croissance	Finition classique	Finition Veaux lourds	Unique
Poudre de lait écrémé SPRAY*	72	65	52	53	60
Poudre de lactosérum SPRAY	4	9	16	11	12
Matières grasses	17	18	22	13	21
Produits amylacés	4,5	6	8	21	5
Poudre de lactosérum partiellement délactosé	-	0 - 2	0 - 3	0 - 3	0 - 2
Tourteau de soja	-	0 - 2	0 - 3	0 - 3	0 - 2
Concentré protéique de pomme de terre	-	0 - 2	0 - 3	0 - 3	0 - 2
Levures ou bactéries	-	0 - 2	0 - 3	0 - 3	0 - 2
Concentré protéique de poisson	-	0 - 2	0 - 3	0 - 3	0 - 2
D.L. Methionine	0,20	0,17	0,17	0,17	0,17
Minéraux, vitamines, antibiotiques et ferments lactiques	2,5	1,8	1,8	1,8	1,8

* *Depuis le 15-04-76, la poudre de lait écrémé doit constituer au moins 60 % de la formule de l'aliment pour bénéficier de la prime de dénaturation.*

SOMMAIRE DES PUBLICATIONS DES CHERCHEURS DU CENTRE

PARUES DANS LES ANNALES DE L'I.N.R.A.

(2ème semestre 1979)

Brigitte MICHALET-DOREAU et A. XANDE. Influence de la saison sur le comportement alimentaire des moutons recevant des fourrages verts en zone tropicale humide. Ann. Zootech., 1979, 28 (4), 381-392.

On a étudié les variations saisonnières des quantités de matière sèche ingérées ainsi que les modifications du comportement alimentaire et mérycique des moutons recevant, au cours des deux saisons sèche et humide, des repousses de *Brachiaria decumbens* et de *Digitaria swazilandensis* âgées de 35 ou 56 jours.

Les quantités ingérées sont significativement plus faibles au cours de la saison humide : 48,4 g /kg $P^{0,75}$, que pendant la saison sèche : 62,4 g /kg $P^{0,75}$. Parallèlement, la digestibilité de la matière sèche passe de 59,8 p. 100 en saison humide à 56,8 p. 100 en saison sèche et la teneur en matières azotées des repousses de 35 jours est plus faible au cours de la saison humide : 12,2 p. 100 contre 15,5 en saison sèche. D'autre part, l' « indice de température effective » ou indice de confort thermique calculé en fonction de la température et de l'humidité de l'air est en moyenne plus élevé au cours de la saison humide (+ 1,3° C), l'augmentation atteignant + 3° C au cours de la période de mesure des deux repousses âgées de 35 jours.

Les variations saisonnières de durée unitaire d'ingestion, de rumination et de mastication passent respectivement de 7,37 mn /g.kg $P^{0,75}$ en saison humide à 6,02 en saison sèche, de 10,80 à 8,46 et de 18,19 à 14,44 et le nombre de repas passe de 6,7 à 8,4.

Les variations saisonnières des quantités ingérées sont difficiles à expliquer. Elles semblent dépendre à la fois des modifications des conditions climatiques (variations de l'indice de température effective, bien que celui-ci ne représente peut-être pas au mieux l'état de confort thermique de l'animal), qui entraîneraient une modification de la capacité d'ingestion des animaux et des variations de digestibilité et de teneur en matières azotées, donc des variations d'ingestibilité du fourrage lui-même.

R. TOULLEC et P. PATUREAU-MIRAND. Influence du procédé d'hydrolyse des protéines de poisson sur leur utilisation par le veau de boucherie. Comparaison avec les protéines de lait et celles de soja. Ann. Zootech., 1979, 28 (4), 407-422.

L'utilisation de 3 concentrats protéiques (Poisson A, Poisson B et Soja) a été étudiée chez le veau de boucherie. Les 2 premiers concentrats ont été préparés à partir de poissons blancs, par hydrolyse enzymatique ménagée, à l'aide d'un mélange d'enzymes protéolytiques végétales (A) ou bactériennes (B). Le concentrat de soja était un tourteau cuit débarrassé de ses oligosaccharides par extraction éthanolique.

Quatre aliments d'allaitement contenant environ 24 p. 100 de matières azotées et 18 p. 100 de matières grasses par rapport à la matière sèche, ont été préparés. Dans l'aliment Témoin, les protéines provenaient presque exclusivement du lait. Dans les 3 autres aliments (Poisson A, Poisson B et Soja), 59 p. 100 des protéines étaient apportées par l'un des concentrats protéiques étudiés, le reste étant fourni par la poudre de lait écrémé, la lysine et la méthionine. Chacun de ces aliments a été distribué à 12 veaux mâles de race frisonne, entre les âges d'environ 3 et 16 semaines.

Les performances des veaux du lot Poisson A ont été inférieures à celles des animaux du lot Témoin mais seule la différence observée dans l'efficacité alimentaire (6,5 p. 100 pour l'ensemble de l'essai) a été significative. Les résultats concernant les veaux du lot Poisson B ont été moins satisfaisants que ceux obtenus avec les animaux du lot Poisson A (— 8,6; — 4,9 et — 5,1 p. 100 pour le gain de poids vif, l'efficacité alimentaire et le poids de carcasse). Les performances des veaux du lot Soja ont été très voisines de celles des animaux du lot Poisson B et donc inférieures

à celles des veaux des lots Témoin et Poisson A. La valeur de l'hématocrite a moins diminué chez les veaux des lots Poisson B et Soja que chez ceux des lots Poisson A et surtout Témoin.

L'effet dépressif observé en remplaçant les protéines du lait par celles des concentrats protéiques étudiés pourrait être dû en partie à un apport protidique insuffisant, au moins au cours des premières semaines d'essai, comme l'indique l'urémie plus faible de ces animaux. Il s'expliquerait également par un moins bon équilibre en acides aminés indispensables et semi-indispensables, surtout dans le cas des concentrats protéiques de poisson, comme le suggère l'examen de l'aminoacidémie des veaux. L'utilisation moins satisfaisante du concentrat de poisson B, par rapport au concentrat A, pourrait être due à une moindre disponibilité de la valine.

Les concentrats protéiques préparés par hydrolyse enzymatique à partir de poissons blancs, peuvent remplacer une part importante du lait écrémé dans les aliments d'allaitement destinés au veau de boucherie. Cependant, pour éviter tout effet dépressif, il conviendrait de ne pas dépasser un taux de substitution voisin de 35 p. 100, après avoir associé les concentrats à la poudre de lactosérum, afin d'obtenir un mélange mieux équilibré en acides aminés indispensables. Le type d'enzymes employées pour l'hydrolyse a un effet important sur l'utilisation des protéines. Le concentrat de soja étudié dans cet essai n'est pas aussi bien utilisé que le concentrat de poisson A.

J.P. JOUANY et J. SENAUD. Description d'une technique permettant d'effectuer des prélèvements répétés de gaz dans le rumen. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1979, 19 (4A), 1007-1010.

Marie-Jeanne DAVICCO, J. LEFAIVRE, P. THIVEND et J.P. BARLET. Feedback regulation of pancreatic secretion in the young milk-fed calf. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1979, 19 (4A), 1147-1152.

Résumé. Cinq veaux mâles Holstein × Frisons, nourris avec un lait de remplacement, pesant 85 ± 2 kg à l'âge de 45 j, porteurs d'un cathéter réentrant (implanté de façon chronique à l'âge de 10 j) sur le canal pancréatique ont été utilisés pour l'étude de l'influence de la réintroduction de suc pancréatique (ou d'autres substances) au niveau du duodénum sur la sécrétion pancréatique exocrine.

La réintroduction de suc pancréatique à un débit identique à celui mesuré pendant les 15 mn précédentes entraîne dans les 45 mn qui suivent une diminution significative (— 60 ± 10 p. 100) du débit pancréatique, de l'excrétion des minéraux (Ca, Mg, P, Zn) et de l'amylase.

La réintroduction d'une solution aqueuse de NaCl (0,9 p. 100) consécutive à celle du suc pancréatique, entraîne une augmentation significative du débit (+ 100 ± 30 p. 100), de l'excrétion de calcium (+ 30 ± 10 p. 100), de protéines (+ 100 ± 20 p. 100) et de l'amylase (+ 100 ± 25 p. 100).

Le remplacement de sérum physiologique par une solution de trypsine bovine (1,5 $mg.ml^{-1}$ dans NaCl 0,9 p. 100) provoque une inhibition significative de l'excrétion d'eau, des minéraux (— 50 ± 10 p. 100), des protéines (— 80 ± 5 p. 100) et d'amylase (— 70 ± 15 p. 100).

L'addition d'un inhibiteur de trypsine SBTI (1 mg SBTI inhibe 1,7 mg de trypsine) à la solution de trypsine réintroduite stimule significativement (+ 30 ± 10 p. 100) le débit pancréatique.

M. RENERRE et C. VALIN. Influence de l'âge sur les caractéristiques de la couleur des viandes bovines de la race limousine. Ann. Technol. agric., 1979, 28 (3), 319-332.

Pour des taurillons limousins en croissance intensive, l'augmentation de la teneur en fer héminique des muscles est particulièrement rapide jusqu'à l'âge de 16 mois. D'une façon générale, l'âge et le sexe des animaux sont les deux facteurs principaux qui influent sur l'augmentation de la teneur en pigment. Le poids n'apparaît pas, à âge constant, comme devant affecter significativement la teneur en pigment, du moins pour la tranche d'âge étudiée, entre 9 et 24 mois.

Au niveau des caractéristiques de couleur de la viande et de leur stabilité au cours de conservation à l'état réfrigéré, il apparaît que l'âge des animaux a une influence significative pour les muscles dont la couleur est instable, l'instabilité tendant à croître avec l'âge. Par contre il semble difficile de relier les caractéristiques de stabilité de la couleur avec le type métabolique des muscles.

Vème Symposium International sur la Physiologie des Ruminants. Ann. Rech. Vét., 1979, 10 (2/3). Voir bulletin technique n° 39, p. 86.

G. MONIN, P. SELLIER et L. OLLIVIER. Etude de quelques caractéristiques sanguines de populations porcines françaises. Relations avec le syndrome d'hyperthermie maligne. Ann. Rech. Vét., 1979, 10 (4), 535-547.

L'acide lactique, le glucose, la créatine phosphokinase (CPK) et divers minéraux ont été déterminés dans le sang de porcelets avant et après (sauf dans ce dernier cas pour la CPK) un test à l'halothane d'une durée de cinq minutes. Deux échantillons différents ont été étudiés : 222 porcelets *Piétrain* d'un troupeau expérimental de l'INRA, et 325 porcelets des races *Large White, Landrace français* et *Landrace belge* issus d'élevages de sélection et entrant en station de contrôle individuel.

Les animaux réagissant positivement à l'halothane (porcelets « SHM ») présentent avant anesthésie des taux sanguins d'acide lactique et de potassium significativement supérieurs à ceux des animaux normaux. Il en va de même pour l'activité CPK à l'exception des *Landrace Belge* : dans cette race la moyenne et la distribution des activités CPK plasmatiques sont sensiblement identiques quelle que soit la réaction à l'halothane.

On observe également des variations de la magnésémie d'origine raciale et indépendantes de la réaction à l'halothane. Par contre les différences raciales concernant la lactacidémie et l'activité CPK sont liées à la proportion de porcelets SHM existant dans chaque race.

L'anesthésie par l'halothane déprime les caractéristiques sanguines mesurées — à l'exception de la glycémie — chez les animaux normaux, et les élève — à l'exception de la kaliémie — chez les porcelets SHM.

Ces résultats sont discutés en relation avec la précision de la discrimination entre les deux types de porcs à l'aide du test utilisé et en particulier avec les différences possibles entre races de ce point de vue.

M. LAMAND. Influence of silage contamination by soil upon trace elements availability in sheep. Ann. Rech. Vét., 1979, 10 (4), 571-573.

INFLUENCE DE LA CONTAMINATION DES ENSILAGES PAR DE LA TERRE SUR LA DIGESTIBILITÉ DES OLIGOÉLÉMENTS CHEZ LE MOUTON. — L'influence de la contamination d'un ensilage par 5 % de terre sur la digestibilité du cuivre, du zinc et du manganèse a été étudiée au cours de deux périodes de bilans sur 12 agneaux en croissance (27 kg). Les animaux ont reçu l'ensilage de ray-grass premier cycle seul ou contaminé extemporanément par un sol brun acide issu d'altération de granit. Les consommations et la digestibilité de la matière sèche ont diminué. De même la digestibilité du cuivre, du zinc et du manganèse a été fortement diminuée par la terre malgré un enrichissement des teneurs de la ration.

M. BROCHART, J.C. FAYET et J. BARNOUIN. La lutte contre les maladies animales en France au cours des 15 dernières années vue au travers de la prophylaxie de la tuberculose bovine. Propositions pour l'avenir. Ann. Rech. Vét., 1979, 10 (4), 575-592.

Dans le contexte général du succès de l'éradication de la tuberculose bovine en France jusqu'à 1974, on a recherché des facteurs susceptibles d'expliquer les différences parfois importantes constatées entre départements dans l'efficacité de cette éradication.

On a choisi vingt sept variables caractérisant chacun des 74 départements ayant plus de 50.000 bovins sous contrôle des Services Vétérinaires ; ces variables définissent 1) le taux d'infection tuberculeuse des animaux et des exploitations à 3 périodes ; 2) quelques caractéristiques structurelles de la production bovine ; 3) l'encadrement sanitaire (vétérinaires praticiens, services vétérinaires, groupements de défense sanitaire).

L'analyse statistique en composantes principales montre que le taux d'infection par département est d'autant plus faible que les trois facteurs isolés par cette analyse varient positivement ; ce sont : 1) la « conscience sanitaire » des éleveurs, qui est liée à la fois à l'importance de l'élevage bovin par département et à la précocité de mise en œuvre de la prophylaxie, ces deux variables étant indépendantes ; 2) la « spécialisation bovine », caractérisée par le pourcentage d'élèves présents par exploitation et par l'importance de la production d'herbe assurée par la prairie temporaire ; 3) l'« l'encadrement sanitaire ». Ces trois facteurs, qui sont liés entre eux à des degrés divers, contrôlent respectivement 25 %, 13 % et 13 % de la variance totale.

Une analyse complémentaire des données suggère que l'efficacité de l'éradication pourrait être accrue par la connaissance des flux d'animaux reproducteurs entre départements, et un recensement parfois plus strict des bovins tuberculeux à l'abattoir. Lorsque l'effectif bovin par exploitation augmente, l'assainissement des étables infectées de tuberculose est moins efficace et le taux d'avortements brucelliques augmente. Au niveau départemental, l'efficacité de l'éradication de la tuberculose n'est pas corrélée aux dépenses de prophylaxie.

Dans le cadre d'une politique sanitaire globale, la prise en compte des facteurs non spécifiques mis en évidence par cette étude pourrait contribuer à la maîtrise d'autres affections des bovins, parallèlement à l'amélioration souhaitable des moyens de lutte propres à chaque maladie.

Les reproductions partielles ou complètes d'articles extraits de ce bulletin doivent être référencées avec précision. Les indications de référence figurent au haut de la première page de chaque article.

Editions S.E.I.
C.N.R.A.
Route de St Cyr
78 000 - VERSAILLES

Dépôt légal : 2ème trimestre 1980
N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP

Directeurs de la Publication
C. MALTERRE et A. HODEN